Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin (Oskar-Helene-Heim)
Direktor: Professor Dr. med. Alfred N. Witt

VERÄNDERUNGEN IM RÖNTGENBILD DER LENDENWIRBELSÄULE BEI HEMILAMINEKTOMIERTEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Peter Heidensohn
aus Berlin

1968

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin (Oskar-Helene-Heim)
Direktor: Professor Dr. med. Alfred N. Witt

VERÄNDERUNGEN IM RÖNTGENBILD DER LENDENWIRBELSÄULE BEI HEMILAMINEKTOMIERTEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Peter Heidensohn
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Hans Wolfgang Spier
Referent: Professor Dr. med. Alfred N. Witt
Korreferent: Priv.Doz. Dr. med. Fritz Hofmeister

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin
Promoviert am: 8. Juli 1968

Meiner Frau Erika

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552705_0058

I N H A L T S Ü B E R S I C H T

		Seite
1.0	Einleitung und Begründung	1
2.0	Allgemeine formale Übersicht	4
2.1	Zur Entwicklungsgeschichte	4
2.2	Anatom. und physiolog. Grundlagen	5
2.3	Pathologische Grundlagen	10
3.0	Röntgenologische Grundlagen	15
4.0	Klinische Grundlagen	18
5.0	Chirurgische Grundlagen	23
6.0	Methodik	25
6.1	Krankenbestand	25
6.2	Zur Katamnese	25
6.3	Klinische Untersuchung	26
6.4	Röntgenologische Untersuchungen	27
6.5	Zur Auswertung	28
7.0	Ergebnisse	34
7.1	der katamnestischen Erhebungen	40
7.2	der klinischen Untersuchungen	41
7.3	der röntgenolog. Untersuchungen	43
8.0	Beurteilung der Ergebnisse	66
9.0	Zusammenfassung	84
10.0	Literaturverzeichnis	

1.0 Einleitung und Begründung

Das differenziert gegliederte Wirbelsäulenorgan einschließlich seiner Bänder und Bandscheiben hat schon immer Klinik und Forschung interessiert. Heute besitzen wir darüber ein derart umfangreiches Schrifttum, das sich nur noch in einzelnen Teilgebieten annähernd überschauen läßt.

Beim Studium der speziellen Literatur der Bandscheibe z.B. ist auffällig, daß sich weit vor dem Zweiten Weltkrieg die Deutschen JUNGHANNS und SCHMORL um ihre umfassende und gründliche Erforschung in morphologischer und pathophysiologischer Hinsicht Verdienste erworben haben. Es blieb den Amerikanern vorbehalten, daraus entsprechende Schlüsse für die Klinik zu ziehen. Bandscheibenoperationen wurden zunehmend häufiger. Die günstigen Operationsresultate der Amerikaner bewirkten, daß nach dem Zweiten Weltkrieg auch in Deutschland das Bandscheibenleiden mehr und mehr operativ behandelt wurde. In zahlreichen Arbeiten diskutierten die inländischen Autoren REISCHAUER, KUHLENDAHL, PENZHOLZ, DIEMATH, HEPPNER, ALBRECHT, VOGT, HAIKE, BURKART u.a. ihre Operationserfahrungen und fanden darin eine weitgehende Übereinstimmung mit den günstigen Ergebnissen, die vor ihnen schon die amerikanischen und auch englischen Autoren BRADFORD, LOVE, SPURLING, ALFRED, PENNYBACKER, EYRE-BROOK, WEBSTER, SMILEY, FALCONER, DECKER, SHAPIRO u.a. gemacht hatten. Im Mittelpunkt dieser Arbeiten und Nachuntersuchungen stand der jeweilige Grad an Beschwerdefreiheit und Arbeitsfähigkeit und die Rückbildung von hauptsächlich neurologischen Symptomen nach Diskusoperationen. Lediglich der Autor K. ALFRED hat bei seinen Nachuntersuchungen auch röntgenologische Veränderungen miteinbezogen und dabei festgestellt, daß eine Höhenverminderung der Bandscheiben auch nach der Diskusoperation

weiterhin zunimmt. Eine neuere Arbeit aus dem deutschen Schrifttum von WEIGERT und HIPP hat die Haltungsstörungen und röntgenologischen Veränderungen an der Lendenwirbelsäule bei Bandscheibenschaden zum Inhalt, wobei den prae- und postoperativen Haltungsstörungen bei Bandscheibenkranken besondere Beachtung geschenkt wird.

M. LANGE und G. KELLER haben in grundlegenden Arbeiten über die kleinen Wirbelgelenke darauf hingewiesen, daß eine Höhenverminderung der Bandscheibenräume auch zu reaktiv degenerativen Veränderungen und Abstandsverminderung der Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke führt.

Bei einem z.B. durch Discopathie vorgeschädigten Bewegungssegment sind also außer der üblichen Osteochondrose und Spondylosis deformans zusätzlich noch reaktiv-degenerative Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken sowie Drehgleiten, Ventral- oder Dorsaldislokationen oder Pseudolisthesis möglich. Es ist auch denkbar, daß der jeweilige Grad solcher Veränderungen direkt abhängig ist von dem Ausmaß des Operationseingriffes. Die vorliegende Arbeit will beiden Vermutungen nachgehen.

Im Vordergrund der Arbeit stehen die degenerativen Veränderungen, soweit sie sich durch Übersichtsaufnahmen und durch Schrägaufnahmen der kleinen Wirbelgelenke der Lendenwirbelsäule erfassen lassen.
Durch vergleichende Beurteilung des Röntgenbildmaterials vor und nach der Operation soll besonders die Zunahme an degenerativen Veränderungen an den Wirbelkörpern und an den kleinen Wirbelgelenken unter Berücksichtigung der Alters- und Geschlechtsverteilung herausgestellt werden.

Abschließend sollen die Veränderungen im Röntgenbild und die subjektiven Beschwerden gegenübergestellt werden.

Auf eine für dieses Thema zu aufwendige funktionelle Röntgendiagnostik der Lendenwirbelsäule wurde bewußt verzichtet. Haltungs- und Funktionsstörungen der Lendenwirbelsäule bei Bandscheibenoperierten blieben deshalb unberücksichtigt.

2.0 Allgemeine formale Übersicht

2.1 Entwicklungsgeschichte

Die Beschreibung stützt sich weitgehend auf die Arbeiten von TÖNDURY und Mitarbeiter, LARCHER, KEYES und COMPERE.

Demnach trennt sich die Chordaplatte rückwärts aus dem Urdarm. Ihre Weiterentwicklung, die Chorda dorsalis bildet mit mesenchymalen Zellen aus den Sklerotomen die desmale Wirbelsäulenanlage. Durch Intersegmentalarterien werden die die Chorda dorsalis umgebenden Zellhaufen in Segmente unterteilt. Die am weitesten von der Intersegmentalarterie entlegenen zytoplasmalosen und undifferenzierten Zellen bergen in sich die Zwischenwirbelanlage. Der Verknöcherungsprozeß wird eingeleitet durch Einwachsen von ventralen und dorsalen Gefäßen an ihren Eintrittsstellen. Bei Geburt ist die Verknöcherung des Wirbels bis auf die Abschlußplatte und den Epiphysenring oben und unten abgeschlossen. Der Verschluß der Epiphysenfugen erfolgt zwischen dem 17. und 25. Lebensjahr. LARCHER hat in seinem Beitrag zur Entwicklung der Lendenwirbelsäule einige charakteristische Besonderheiten gefunden. Seine Untersuchungen beziehen sich auf die Entwicklung von der beginnenden Ossifikation (70 mm Scheitel-Steißbein-Länge) bis zur Geburt.

Er kam zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Verknöcherung beginnt am Ende des dritten Fetalmonats am Lendenbrustübergang. Sie erfolgt enchondral an den Eintrittsstellen der dorsalen und dorso-lateralen Gefäße und gegen die Oberfläche perichondral.
2. Die Knorpelplatten gehören als Epiphysen zu den Wirbelkörpern (WK).

3. In den Wirbelbögen beginnt die Verknöcherung perichondral.

4. In allen Lendenwirbelgelenken finden sich schon bei 70 mm S.S.L. meniskusartige, sehr gefäßreiche Gebilde im Gelenkspalt.

5. Die Gelenkflächen in der Lendenwirbelsäule stehen beim Feten nicht sagittal sondern frontal. Diese Stellung bleibt während der ganzen Fetalzeit.

6. Eine Differenzierung der Zwischenwirbelscheibe in eine bindegewebige Außenzone und in eine hyalinknorplige Innenzone läßt sich beim Feten von 70 mm S.S.L. feststellen. Der Nukleus pulposus (N.p.) beginnt sich bei 250 mm S.S.L. zu differenzieren.

7. Die Gefäßversorgung der Wirbelbandscheibe in der Fetalzeit erfolgt hauptsächlich von dorsolateral.

8. Vom ursprünglichen Chordamaterial sind bei der Geburt nur noch Reste des Chordaretikulums in der Anlage des N.p. vorhanden.

Hinzuzufügen ist, daß die gleichmäßige Aus- und Umbildung der Chorda eine wesentliche Voraussetzung für die ungestörte Entwicklung und normale Ausbildung des Bandscheibengewebes darstellt.

2.2 Anatomische und physiologische Grundlagen

Die nun folgende Darstellung der Anatomie der Lendenwirbelsäule (LWS) im allgemeinen und der Anatomie und Pathologie der Bandscheiben und der kleinen Wirbelgelenke im besonderen fußt auf den Arbeiten von SCHMORL und JUNGHANNS, BRADFORD und SPURLING, ZUKSCHWERDT, EMMINGER und DÖRR, BÄRTSCHI-ROICHAIX, DUBS, KRAYENBÜHL, WYSS, ULRICH u.a.

Die WK der LWS sind besonders hoch und breit und weisen in der Aufsicht eine bohnenförmige Gestalt auf. Die Ligamenta flava nehmen vom Hals zum Lendenabschnitt ständig an Dicke zu. Vom 3. Lendenwirbel bis zum Kreuzbein variiert die Dicke vom Ligamentum flavum von 2 - 7 mm. Die Dornfortsätze sind in der LWS horizontal ausgerichtet.

Die LWS, besonders der lumbosakrale Übergang, ist eine bevorzugte Gegend von Assimilationsvorgängen. Je nach Richtung sprechen wir von Lumbalisation oder Sakralisation oder allgemein von Übergangswirbeln.

Die häufigste Spaltbildung im Wirbelbogen ist die Spina bifida posterior (1,5 - 6 % nach JUNGHANNS). Von klinisch größerer Bedeutung sind die Spaltbildungen im Zwischengelenkstück. Sie werden als Spondylolyse bezeichnet und stellen die Vorbedingung für eine echte Spondylolisthesis dar. Bei den WK unterscheiden wir sagittale und frontale Spaltbildungen(RETTIG). Sie sind weit seltener als die Spaltbildungen der Wirbelbögen.

Die Gelenkflächen der Gelenkfortsätze in der LWS stehen sagittal. In der Lumbosakralgegend sind die Gelenkflächen hingegen mehr in frontaler Richtung abgedreht. In dieser Gegend sind Anomalien der Gelenkflächen sehr häufig. Die oberen und unteren Gelenkflächen stecken wie zwei Zapfen in einem Hohlzylinder. Die oberen Gelenkfortsätze umfassen die unteren von der Seite her. Die Gelenkflächen der oberen sind konkav, die der unteren konvex. An der lumbosakralen Übergangsstelle ist die Abweichung von der Sagittalstellung deutlich. Hier sind die Gelenkflächen wiederum leicht schräg gestellt. Die Gelenkflächen werden von einem straffen, derben mit elastischen Fasern versehenen Kapselapparat umgeben.

Von dieser Gelenkkapsel aus schieben sich kleine halbmondförmige Scheiben in den Gelenkspalt. SCHMINCKE und

SANTO haben siese Scheiben erstmalig beschrieben und sie als Disci articulares bezeichnet.

TÖNDURY, KELLER u.a. schließen sich ihrer Auffassung an. DÖRR unterscheidet bei der Beschreibung des Kapselapparates der kleinen Wirbelgelenke Menisci, Fettkörper und Gelenkfalten. Die Zwischenscheiben haben seiner Meinung nach zwei Aufgaben zu erfüllen. Im Sinne der Pufferwirkung sollen sie mechanisch schützen, zum anderen obliegt ihnen der Volumenausgleich bei Raumänderungen.

Die nervöse Versorgung der Kapselanteile im rückwärtigen Gebiet erfolgt durch zahlreiche, feine Ästchen des Ramus dorsalis des Nervus spinalis.

Die Bandscheibe besteht nach SCHMORL und JUNGHANNS aus vier Teilen, dem N.p., dem Anulus fibrosus und den beiden Knorpelplatten. TÖNDURY und Mitarbeiter rechnen die Knorpelplatten zum WK.

Die den N.p. umgebende Faserschicht, Anulus fibrosus, verbindet die angrenzenden WK durch Sharpey'sche Fasern am Epiphysenring und an der Deckplatte fest miteinander. Sie besteht aus 10 - 12 konzentrisch gebauten Lamellen, die aus kollagenen Fasern aufgebaut sind. Diese derben und sehnigen Fasern verlaufen von der einen Wirbelendfläche zur anderen in spiraligen Windungen. Die Fasern benachbarter Lamellen verlaufen gekreuzt und entgegengesetzt. Die Verbindung zum Wirbelkörper ist fest und unverschieblich, die Fasern enden sowohl in den Randleistenknochen als auch in den inneren Partien der Deckplatten. Der Anulus fibrosus ist mit dem hinteren Längsband fest und straff verbunden, mit dem vorderen Längsband gibt es nur eine lockere Verbindung.

Nach Abschluß des Längenwachstums besitzt die Bandscheibe praktisch keine Gefäßversorgung mehr. Die Ernährung der inneren Schichten des Discus erfolgt wie beim hyalinen Knorpel durch Diffusion. Die Außenschichten sollen durch Gefäße versorgt werden, die dorsolateral her ein-

dringen. Diese Gefäßversorgung von Epiphyse und Discus ist äußerst variabel.

Neuere Untersuchungen lassen keinen Zweifel daran, daß die Bandscheibe durch Nervenfasern versorgt ist. LINDEMANN und KUHLENDAHL haben in ihren neuen Untersuchungen (1950) zumindest in den äußeren Schichten des Faserringes zum hinteren Längsband hin Nervenfasern nachgewiesen. JUNG und BRUNSCHWIG haben schon 1923 darüber berichtet. Mit der von BODIAN angegebenen Technik wies ROOF (1940) im dorsalen Anteil des Anulus fibrosus und im hinteren Längsband reichlich Nervenendigungen nach. CLOWARD hält die Fasern im Discus für Endverzweigungen des sinu-vertebralen Nerven, der die Wirbelsäule, die Bandscheibe, die sogenannte longitudinalen venösen Sinus, die Bänder innerhalb des Wirbelkanals und das epidurale Gewebe und die Dura mater versorgen soll.

Der N.p. liegt beim Erwachsenen in einer faserknorpeligen Hülle eingeschlossen. Sie geht unmerklich in den Anulus fibrosus über, welcher den N.p. außen umschließt. Der N.p. wird von feinen Fasern, die aus der Faserknorpelumhüllung stammen, geformt. Er besteht aus stark hydrophilem, schleimig weichem Gewebe, welches mit fusiformen oder spindligen Bindegewebszellen und Gruppen von Knorpelzellen, sehr selten mit Chordazellen durchmischt ist. Gegen die Peripherie hin wird das fibröse Netzwerk immer dichter und geht schließlich in den Anulus fibrosus über.

Der Turgor in der Bandscheibe führt zu einem Überdruck. Durch diesen werden die Lamellen des Faserringes in Spannung gehalten. Der Wassergehalt des N.p. beträgt im allgemeinen 80 %. Er ist deshalb nicht komprimierbar. Durch den verschiedenen Quellungszustand des N.p. ändert sich der Druck im Verlauf des Lebensalters, sehr wahrscheinlich auch im Verlauf des Tages. Der N.p. vermag mit seiner Sprengkraft nicht nur Lasten aufzufangen und Lasten zu verteilen. Er wirkt durch seinen Druck auch aktiv auf seine Umgebung und versucht die beiden benachbarten WK auseinander zu drücken. Sein Druck in

den Ringschichten des Faserringes verursacht in diesen eine Zugspannung, die die WK fest aufeinander zieht. Dadurch wird das straffe, unelastische Fasergewebe im Faserring elastisch und schwingungsfähig. Der Gallertkern, der das Bewegungszentrum zwischen zwei WK darstellt, liegt nicht immer zentral im Zwischenwirbelraum, sondern mehr nach vorn und hinten. Neben der Sprengkraft besitzt der Gallertkern noch eine beträchtliche Quellbarkeit. Das Wasseraufnehmevermögen beträgt 50 - 60 %. Eine Wasserverarmung tritt im allgemeinen mit zunehmendem Alter als physiologische Alterserscheinung auf.

Durch das enge Zusammenspiel zwischen Gallertkern und Faserring erfüllt die Zwischenwirbelscheibe die Funktion eines Halbgelenkes. Dieses Halbgelenk ergänzt sich mit allen übrigen Verbindungen zweier benachbarter Wirbel zu einem Bewegungssegment (JUNGHANNS). Das Bewegungssegment stellt die kleinste funktionelle Einheit der Wirbelsäule dar. Es setzt sich im einzelnen aus der Bandscheibe, der Grundplatte des oberen Wirbels, der Deckplatte des unteren Wirbels und allen Bandverbindungen zwischen den beiden Wirbeln (Lig. longitudinale anterius, Lig. longitudinale posterius, Lig. flavum, Lig. interspinosum) zusammen.

Die Stellung der Gelenkflächen einerseits und des Kapselapparates andererseits lassen in jeder Höhe der Wirbelsäule nur ein bestimmtes Bewegungsausmaß zu.

Der Bewegungstypus der Lendenwirbelsäule erlaubt eine ausgiebige Biegung in sagittaler Richtung, eine kleinere in seitlicher Richtung, während die Rotation stark eingeengt ist.

Das Gesamtausmaß der sagittalen Bewegung beträgt nach BAKKE 70 Grad, davon entfallen 54 Grad auf die Rückwärtsneigung, während die Vorwärtsneigung 16 Grad ausmacht. Die größte Dorsalbeweglichkeit befindet sich an der Lumbosakralgrenze. Sie beträgt 21 - 22°. Die Vorwärtsbeugung nur 1 - 2°. Die seitliche Beweglichkeit

ist wesentlich geringer als die sagittale. Zwischen den einzelnen Wirbeln beträgt sie rund 2 - 3°, total 30°.

Zug-, Druck-, Torsions-, Biegungs- und Schubversuche der Wirbelsäule und besonders an der Bandscheibe, die KRAYENBÜHL, WYSS und ULRICH zusammen mit dem Materialprüfungsamt Zürich in 10.000 Messungen durchführten, haben folgendes ergeben:

1. Die ganze Wirbelsäule nimmt an Festigkeit von oben nach unten zu und ist am stärksten im mittleren Lendenteil.
2. Die Bandscheiben der LWS, besonders die lumbosakrale Bandscheibe, weisen hinsichtlich axial einwirkender Kräfte eine hohe Druckfestigkeit auf. Für die lumbosakrale Bandscheibe wurde sie mit 1.000 kg angegeben. MATTHIAS errechnete eine Bandscheibenbelastung der fünften Lendenbandscheibe von über 700 kg beim Halten einer Lst von 30 kg. Die Biege- bzw. Zugfestigkeit der lumbosakralen Bandscheibe ist geringer als diejenige der nächst höheren.
3. Die g r ö ß e r e Beweglichkeit in diesem Segment geht auf Kosten der F e s t i g k e i t.
4. Die untere Cervikal- bzw. Lumbalregion ist durch Biegebelastung mechanisch am stärksten beansprucht.
5. Die schwächste Stelle der Bandscheibe befindet sich durchweg am Übergang der Bandscheibe zum WK.
6. Die lumbosakrale Bandscheibe ist gegen mechanische Einflüsse am e m p f i n d l i c h s t e n.

2.3 Pathologische Grundlagen

Bedingt durch den abnehmenden Wassergehalt büßt die Bandscheibe allmählich ihre Elastizität ein. Das Gewebe trocknet allmählich aus und reißt ein. Den Endzustand eines solchen Zermürbungsprozesses bezeichnen wir als C h o n d r o s i s. Dieser Vorgang geht mit einer Höhenverminderung des

Zwischenwirbelraumes einher. Diese Chondrosis stellt die primäre Bandscheibendegeneration dar, wobei JUNGHANNS zwischen einer primären und einer sekundären Form unterscheidet. Die primäre Form ist durch schicksalsmäßige Alters- und Verbrauchserscheinungen der Zwischenwirbelscheiben bedingt. Bei der sekundären Form kommt es zu einer Beschleunigung dieser physiologischen Vorgänge durch zusätzliche Schädigungen. Nimmt die Bandscheibenzermürbung weiter zu, so kommt es zur Verdichtung der angrenzenden Wirbelkörper-Spongiosa. Der Endzustand dieses Krankheitsbildes (von SCHMORL zum ersten Mal beschrieben) wird als O s t e o c h o n d r o s i s bezeichnet. Sie ist am häufigsten an der letzten praesakralen Zwischenwirbelscheibe (Z). (Osteochondrosis lumbosakralis). Auch hier unterscheiden wir eine primäre und sekundäre Form.

Das bevorzugte Auftreten der Osteochondrose an der 5. Lendenbandscheibe hat seinen Grund darin, weil die Biege- und Zugfestigkeit in dem Segment L5/S1 einerseits sehr gering ist, andererseits zeichnet sich dieses Bewegungssegment durch größere Beweglichkeit aus. Der Verschleiß muß damit sehr groß sein.

Degenerative Bandscheibenveränderungen und die sich daraus ergebenden Wirbelkörperveränderungen führen im Alter zur Bildung der senilen Kyphose.
Die Adoleszentenkyphose (Morbus Scheuermann) entsteht dadurch, daß bei unvollständigem Verschluß des Chordakanals sich N.p.-Gewebe in die Wirbelkörperspongiosa einstülpt und somit zu Wachstumsstörungen und Keilwirbelbildungen führt.

Die klinisch bedeutungsvollste Verlagerung von Zwischenwirbelgewebe ist der Bandscheibenvorfall nach hinten oder nach hinten seitlich. Der dorsolaterale Diskusanteil stellt konstitutionell-anatomisch und durch die Lage des N.p. bedingt, ein Locus resistentiae minoris dar. Kommt es zusätzlich durch Degeneration zu einer ernst-

lichen Schädigung des Bandscheibengefüges, so ist die Verlagerung von Bandscheibenmaterial durch den unterbrochenen Anulus fibrosus nach hinten oder seitlich zu möglich. Wölbt sich der Anulus fibrosus nur vor, handelt es sich um eine Protrusio. Werden die äußersten Faserringschichten durchbrochen, entsteht der eigentliche Gewebsvorfall, der Prolaps. Steht dabei das prolabierte Gewebe noch mit der Bandscheibe in Verbindung, sprechen wir von einem sequestrierenden Prolaps, bei Kontinuitätsunterbrechung zwischen Prolaps und Bandscheibe von einem sequestrierten Prolaps. Kann der Prolaps durch einen Riß im Faserring wieder zurückgleiten, so handelt es sich um einen flottierenden oder mobilen Prolaps. Hierunter fällt auch der "concealed ruptured disc" und der "intermittent prolapse" der Amerikaner FALCONER, McGEORGE, BEGG, DANDY. Weitere Formen von Vorfällen sind der laterale Prolaps und der mediane Massenprolaps.
Über die Häufigkeit des Bandscheibenvorfalles nach hinten und hinten seitlich enthält das Schrifttum zahlreiche Angaben. Sie sind absolut und relativ an den unteren Lendenbandscheiben am häufigsten.

Das Vorpressen der Zwischenwirbelscheibe nach ventral zu und das Loslösen des Randleistenanulus von der Wirbelkörperrandleiste gibt in sehr vielen Fällen Anlaß zu Wucherungsvorgängen, die wir als Spondylosis deformans bezeichnen. Die vorwiegend ventrale bzw. ventrolaterale Lokalisation der spondylotischen Veränderungen ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß das vordere Längsband, welches die WK vorn und seitlich zu fast zwei Drittel des gesamten Umfanges umfaßt, die Wirbelsynchondrosen und auch die knöchernen Randleisten überspringt und erst oberhalb derselben ansetzt, während im Gegensatz hierzu das hintere Längsband die etwas ventralkonvexe Hinterfläche der Wirbelkörper ohne innigen Kontakt überspannt und fächerförmig in die dorsalen Drittel der WK-Synchondrosen einstrahlt.

Zwischen den physiologisch bedingten Altersveränderungen der Zwischenwirbelscheiben und den rein pathologischen Krankheitszuständen der Bandscheibe bestehen fließende Übergänge. Nach JUNGHANNS können die mit der Chondrosis intervertebralis verbundenen degenerativen Erscheinungen nicht ohne Einfluß bleiben auf die übrigen Anteile des Bewegungssegmentes. Durch Höhenverlust des Bandscheibenraumes verliert das Bandscheibengewebe seine abfedernde Wirkung und der Faserring büßt seine Haltefunktion ein. Es tritt eine Lockerung im Wirbelkörpergefüge ein. Scherbewegungen nehmen zu. Die zum gleichen Bewegungssegment gehörenden kleinen Wirbelgelenke werden unphysiologisch belastet. Bei Gefügelockerung überwiegt der Zug der Ligg. flava. Es kommt oft zu Wirbelverschiebungen nach hinten. Die Zwischenwirbellöcher erleiden eine Einengung. Die vorderen Längsbänder werden vermehrt beansprucht, es kommt an ihren Ansatzpunkten zur Ausbildung von kleinen Knochenzacken. Die Folgeerscheinungen bleiben nicht auf das gestörte Bewegungssegment beschränkt, sondern erstrecken sich auch auf die oberhalb der Lockerung gelegenen Bewegungseinheiten, an denen sich ebenfalls konsekutiv Chondrotische und osteochondrotische Veränderungen entwickeln. Es entsteht eine abnorme Gradhaltung (Zeichen nach GÜNTZ).

Der Überlastungsschaden in den kleinen Wirbelgelenken gleicht deskriptiv anatomisch dem anderer Gelenke. Es sind einmal proliferative und degenerative Vorgänge an den Knorpel- und Knochenteilen der kleinen Wirbelgelenke denkbar. Die proliferativen Veränderungen führen dabei zu einer ausgedehnten Randwulstbildung. Die degenerativen, mit Knorpelschwund einhergehenden Prozesse bestehen in Auffaserung des Knorpels, Einrissen, fibrinoider Nekrose, Schliffurchen und schließlich in der Verknöcherung des Gelenkknorpels. Die proliferativen wie auch die degenerativen Vorgänge münden schließlich in die Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke. Die Arthropathie der kleinen Wirbelgelenke kann aber nicht nur

durch degenerative Alterserscheinungen erklärt werden. Jede Lageabweichung im vorderen Wirbelsegmentbereich wirkt sich zwangsläufig nach hinten in verstärktem Maße auf die Wirbelgelenke aus. KELLER hält die Abstandsminderung im Bandscheibenraum für das entscheidende Moment zur Entwicklung der Arthrosis bei den kleinen Wirbelgelenken.

Eine Stellungsänderung der Wirbelgelenke allein ohne primäre Veränderung des übrigen Wirbelskelettes ist im Anschluß an eine isolierte Gelenkfortsatzfraktur möglich. Sie ist auch denkbar als Folgeerscheinung einer Schwäche des Bandapparates der Wirbelgelenke. Schließlich kann eine sekundäre Stellungsänderung der Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke nach einer jeden Wirbelsäulenerkrankung entstehen, die mit einer Störung im normalen Aufbau der Wirbelsäule verbunden ist. LANGE nennt in diesem Zusammenhang Skoliosen und Kyphosen stärkeren Ausmaßes.

Für die vorliegende Arbeit ist die lokalisierte Arthropathie der kleinen Wirbelgelenke von Wichtigkeit. Störungen der Funktion der Bandscheiben durch Veränderung der Elastizität wirken sich nachteilig auf die vorderen Wirbelsegmente aus und führen zu einer Beeinträchtigung der Funktion der Intervertebralgelenke. Freibewegliche Teile von Knorpel, Discus articulares sowie fettgewebehaltige Gelenkpolster können eingeklemmt werden und die Elastizität des Bandapparates zunichte machen. Eine besondere Schädigungsbereitschaft ist in dieser Hinsicht im Lendenanteil anzutreffen.

ZUKSCHWERDT, EMMINGER, BIEDERMANN u. ZETTEL halten eine schmerzhafte Bewegungssegmentblockade durch Einklemmung von Disci articulares im kleinen Wirbelgelenk für sehr wahrscheinlich. KELLER hingegen ist der Meinung, daß die zarten Disci articulares, die zum größten Teil aus Fettgewebe bestehen, diese schmerzhafte Blockierung ähnlich wie am Kniegelenk nicht verursachen können.

Das Schmerzgeschehen ist für ihn an den mit reichlich sensiblen Nervenendigungen versorgten Kapselapparat gebunden, der durch die Abstandsminderung im Zwischenwirbelraum irritiert wird.

3.0 Röntgenologische Grundlagen

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Veränderungen der Bandscheibe im besonderen und des Bewegungssegmentes im allgemeinen müssen ziemlich fortgeschritten sein, um im Röntgenbild zur Darstellung zu gelangen. Ihr röntgenologischer Nachweis ist selbst dann oft unvollständig. Die Chondrosis geht im Röntgenbild mit einer Höhenverminderung des Bandscheibenraumes einher. Allerdings kann auch eine im Röntgenbild normal hohe Bandscheibe von zahlreichen Nekrosen und Einrissen erfüllt sein. Die Osteochondrosis intervertebralis läßt neben einer Höhenverminderung des Intervertebralraumes eine Sklerosierung der angrenzenden WK erkennen. Die Osteochondrosis kann lokalisiert oder generalisiert angetroffen werden. An der Lendenwirbelsäule ist sie am häufigsten an den beiden unteren Zwischenwirbelscheiben. Beim Vorliegen eines Übergangswirbels fand ERDMANN doppelt so häufig eine Osteochondrose.

Nach BROCHER soll bei Jugendlichen das Vorhandensein einer Dorsaldislokation auf einen Bandscheibenriß oder eine fortgeschrittene Bandscheibendegeneration hinweisen.

Eine weitere Folge von Bandscheibenschädigung, die sich im Röntgenbild oft nachweisen läßt, ist die verstrichene Lendenlordose. Diese Gradhaltung ist als Hinweis auf eine Bandscheibendegeneration nur in der Lendengegend bedeutungsvoll. Im Cervicalbereich soll sie nach ALLERS in 41 % physiologisch sein.

Das sogenannte Vakuumphänomen, im Röntgenbild als heller Streifen im Bandscheibenraum sichtbar, soll sich nach KNUTSSON, KRÖKER, MADERSTAIG u.a. oft bei Kranken mit jahrelang bestehenden Kreuz- und Ischiasbeschwerden finden.

Die Spondylosis deformans imponiert im Röntgenbild als mehr oder weniger ausgeprägte Randzackenbildung, die meist ventralseitig gelegen ist. KOVACZ bezeichnet eine nach hinten gelegene Randzacke als "sciatic hook". Nach BROCHER stellt sie ein Spätzeichen einer Bandscheibenschädigung dar. Diese Randzacke läßt sich am Lebenden meist nur im seitlichen Bild (um 30° geneigt) nachweisen. In der Mehrzahl der Fälle soll es sich um verkalktes, prolabiertes Bandscheibengewebe (sogenannte Schmorlsche Knorpelknötchen) handeln. Verwachsen die spondylotischen Randwülste miteinander, so entsteht eine zuckergußartige geglättete Oberfläche und ein deutlicher Umbau des Knochenbälkchenwerkes. Es handelt sich dann um eine Spondylosis hyperostotica FORESTIER.

Während die Chondrosis und Osteochondrosis zunächst nur dort entstehen, wo die Wirbelsäule einerseits relativ gut beweglich, aber andererseits auf Zug, Torsion und Schub besonders empfindlich reagiert, das ist in der Lendenregion die lumbosakrale Bandscheibe, weist die Spondylosis deformans, obwohl ebenfalls durch Bandscheibendegeneration mit konsekutiver Gefügelockerung im Bewegungssegment eingeleitet, eine derartige gesetzmäßige Beziehung nicht auf. Auch statische Veränderungen haben für die Lokalisation der Spondylosis deformans erst sekundäre Bedeutung. Bisweilen treten in der Umgebung einer traumatisch geschädigten Zwischenwirbelscheibe kleine knöcherne Randzacken auf. Bandscheibenverletzungen im Tierversuch (LOB und SCHRADER) haben dafür den Beweis erbracht. Die Ausdehnung einer derartigen Spondylosis deformans traumatica ist im allgemeinen auf einen Zwischenwirbelraum begrenzt (Spondylosis deformans traumatica circumscripta).

Außer der Chondrosis, Osteochondrosis und Spondylosis

mit ihren entsprechenden röntgenologischen Zeichen kann das durch Bandscheibendegeneration gelockerte Bewegungssegment in Form von Dorsal-, Ventral- und Lateraldislokationen im Röntgenbild sichtbar seinen Ausdruck finden.

Die Entstehung der Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke ist einfacher und leichter verständlich als die der Spondylosis deformans. Die Stellen der gesetzmäßig zu errechnenden höchsten statischen Beanspruchung der Wirbelgelenke fällt mit der wirklichen Lokalisation der Arthrosis auch im Röntgenbild zusammen. Außer bei schweren statischen Abweichungen vom normalen Bau der Wirbelsäule tritt die arthrotische Veränderung auch bei geringfügigen Lockerungen im Bewegungssegment auf. Die dadurch möglichen röntgenologischen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken sind folgende:

1. Pathologische Stellungsänderungen des Gelenkspaltes. Hierbei kommt es zur teilweisen oder fast vollständigen Verschmälerung bwz. Inkongruenz des Gelenkspaltes. Das anatomische Substrat dafür ist fast immer eine Schädigung des Knorpels (Knorpelusur). Ist der Gelenkspalt kaum noch erkennbar, kann es bereits zu einer bindegewebigen Verlötung der Gelenkflächen gekommen sein. Beim Fehlen des Gelenkspaltes ist bereits eine knöcherne Synostose anzunehmen. Die erwähnten Veränderungen können allerdings durch Fehlprojektion vorgetäuscht werden.
2. Arthrotische Randwucherungen. Das röntgenologische Zeichen dafür ist eine vermehrte Schattendichte an den Gelenkflächen (subchondrale Sklerosierung). Dabei zeigt die Stärke der Verdichtung einen Grad für die Schwere der osteoarthrotischen Veränderungen an.
3. Isolierte Zackenbildungen, meist am Ende eines cranialen Gelenkfortsatzes und erkennbar an der verminderten Schattendichte. Sie werden als Osteophyten bezeichnet.

Relativ häufig finden sich in der Lendengegend periostale Wucherungen am Periostüberzug der Dornfortsätze, welche sich mit Verkalkungen in das angrenzende Bandgewebe fortsetzen. Dies ist die Osteoarthrosis der Dornfortsätze nach BAASTRUP, die sich im Röntgenbild als Sklerosierung der zueinandergekehrten Dornfortsatzseiten zu erkennen gibt (sog. kissing-spine).

Häufig lassen sich im Röntgenbild der LWS Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia an ihren Ansatzstellen der Cristae ilicae nachweisen. Sie werden als sichtbarer Ausdruck eines Stabilisierungsvorganges bei Gefügelockerungen im Lumbosakralbereich der Wirbelsäule gedeutet und werden den Insertionstendopathien zugeordnet.

Neben diesen Verschleißerscheinungen können sich im Röntgenbild der LWS, unabhängig von Alter und Leiden Zeichen anlagebedingter Störungen wie Bogenschlußanomalien (z.B. Spina bifida occulta) nachweisen lassen.
Dasselbe gilt für die angeborenen Assimilationsstörungen. Bei praesacralen Übergangswirbeln soll ein Discusprolaps 2 - 3 mal häufiger auftreten (LINDBLOM, v.MURALT, LANGE, HIPP).

4.0 Klinische Grundlagen

Anteile der Zwischenwirbelscheibe können nach den pathologisch-anatomischen Untersuchungen von SCHMORL grundsätzlich an allen Zwischenwirbelscheiben gegen den Spinalkanal vordringen. Klinische Symptome jedoch verursachen vorzugsweise die Discushernien der lumbalen Bandscheiben. LOVE and WALSH analysierten 500 Fälle und fanden dabei in 96 % lumbale Bandscheibenvorfälle. Die cervicalen und thoracalen Prolapse verteilten sich auf die übrigen 4 %. Nach diesen Autoren beträgt das Verhältnis der Häufigkeit der

lumbalen Bandscheibenvorfälle von L1 : L2 : L3 : L4 : L5 wie 1 : 1,5 : 13 : 87 : 97.
In einer Übersicht aus der Neuro-Chirurgischen Klinik Zürich über 2.948 Bandscheibenvorfälle der ganzen Wirbelsäule sind allein 1.647 bei Z4 gefunden worden und 1.098 bei Z5 (zit. nach BRÜGGER).

Die Verlagerung von Bandscheibengewebe nach hinten führt einmal zu den schwersten Störungen des Bewegungssegmentes. In sehr ausgeprägten Fällen kommt es dabei zu einer weitgehenden Blockierung der Bewegung. Bei einer vollständigen Discushernie erhält das Bewegungssegment eine fixierte Achse, die jede normale Bewegung ausschließt. Das Lasèque-Phänomen, der Husten- und Niesschmerz sind klinische Zeichen, die eine mechanische Störung im Bewegungssegment wiedergeben. Beim Lasèque'schen Phänomen erfolgt durch Heben des gestreckten Beines ein Zug der ischiocruralen Muskulatur am Sitzbeinknorren. Das Becken richtet sich auf, die Symphyse wandert kranialwärts und die Lendenwirbelsäule kyphosiert. Beim Husten und Niesen hingegen wird das Becken stoßweise durch den Rectus abdominis aufgerichtet. In beiden Fällen kommt es durch Kapselzerrung zum Auftreten von Schmerzen und zu einer Schmerzhemmung der Beinbewegung. Die Schmerzen, die durch Husten oder Niesen hervorgerufen werden, sind demnach dem gleichen Mechanismus unterworfen, der auch zum Lasèque'schen Phänomen und zur lumbalen Beugeversteifung führt (zit. nach BRÜGGER). Es ist auch möglich, daß durch ruckweise Kyphosierung der Lendenwirbelsäule beim Husten die Discushernie stoßweise herausgepreßt wird und die austretende Nervenwurzel stärker komprimiert. Auf diese Weise können echte radikuläre Schmerzen zustande kommen.

Andererseits kann ein Vorfallen von Bandscheibengewebe nach hinten durch mehr oder weniger starke Kompressionen von Nervenwurzeln zu den stärksten radikulären Reizerscheinungen und Reflexstörungen führen.

Das Ausmaß und die Art der sensiblen bzw. motorischen Ausfallserscheinungen und der Reflexstörungen ist dabei weitgehend von der Größe und der Lokalisation des Vorfalles abhängig. Es kann hierbei schon bei kleinen Hernien zu starken radikulären Ausfallsymptomen kommen, weil die Ausweichmöglichkeiten für den Spinalnerven im Bewegungssegment gering sind. Eine größere Discushernie kann gleichzeitig zwei Wurzeln schädigen. Eine mediane Discushernie kann bei genügender Größe sogar alle Wurzeln der cauda equina komprimieren.

Die Schmerzentstehung beim Bandscheibenvorfall ist nicht immer durch Nervenwurzelkompression bedingt. Sie ist teilweise durch Kapselirritation an den kleinen Wirbelgelenken möglich, denen gewisse Repräsentationsgebiete zu eigen sind, die außerhalb der Gelenke liegen und ihren Metameren entsprechen sollen (zit. nach BRÜGGER). Ähnliches gilt für die Chondrosis und Osteochondrosis. Hierbei führt das Zusammensintern des Zwischenwirbelraumes allmählich zu einer Parallelstellung der Wirbelkörperdeckplatten. Die kleinen Wirbelgelenke erfahren dadurch eine verstärkte Konvergenzstellung, die zusammen mit einer zunehmend zerrenden Belastung den Kapselapparat schädigt und somit zu Schmerzen führen kann. Mit der Bandscheibenverschmälerung stellt sich ein Abflachen der Lendenlordose ein, weil der vordere Anteil des Segmentes verschmälert wird, der hintere aber wegen der kleinen Gelenke dazu nicht fähig ist. Es ist aber nicht allein der Druck, der die Schmerzen zum Teil auslösen kann. Mechanische Schädigung der komprimierten Nervenwurzel führt auch zu einer mechanischen Entzündung derselben. Es kommt dabei zu entzündlichen Veränderungen wie akut entzündliche perivaskuläre Infiltrate, diskrete, fettige Degenerationen der Markscheiden und Fettkörnchen in den Schwannschen Zellen, chronisch entzündliche kleine Infiltrate aus Rundzellen bis zu den Übergangsformen aus bindegewebigen Narben.

FALCONER, McGEORGE und BEGG nehmen aufgrund zahlreicher anatomischer neurologischer, elektrophysiologischer und operativer Befunde an, daß eine Kompression oder Zerrung des Duralsackes allein Kreuzschmerzen auslösen kann. Bei einer Mitbeteiligung der Spinalwurzeln sollen Ischiasbeschwerden auftreten. Eine vollständige Klärung über die Schmerzentstehung des Lumbago-Ischias-Syndromes ist noch nicht gelungen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei den Discushernien-Patienten zunächst die vertebrale Symptomatik im Vordergrund steht. Die Symptome dafür sind Fehlhaltung, Einschränkung der Beweglichkeit und Druckdolenz der Wirbelsäule. In der Mehrzahl der Fälle ist die Wirbelsäule gestreckt und die Lendenlordose verstrichen. Mitunter besteht eine ausgesprochene Lendenkyphose. Ebenso wichtig wie die Streckung ist die skoliotische Verbiegung. Sie kann zur kranken Seite hin oder von ihr weggerichtet sein (homologe bzw. heterologe Ischiasskoliose). Die Konvexität kann im Verlaufe der Krankheit sogar wechseln.

Bei Kompressionen der Nervenwurzel entstehen je nach Ausmaß der Irritation bzw. Schädigung bestimmte segmentale Schmerzfelder, Sensibilitätsstörungen oder motorische Ausfälle. Die motorische Innervation scheint sich etwas konstanter an die Segmente zu halten als die sensible (SCHLIACK). Die Prüfung der Motilität hat in der letzten Zeit an Bedeutung zugenommen.

Neben den klinischen Untersuchungsmethoden wird oft zur Klärung von Ischias- und Kreuzbeschwerden die Myelographie durchgeführt. Der Wert der myelographischen Untersuchungsmethode beim Bandscheibenvorfall ist umstritten. Hierbei wird entweder ein jodhaltiges wässriges Kontrastmittel oder aber Luft bzw. Sauerstoff in den Duralraum injiziert, um dadurch die Hinterkanten der Wirbel und der Bandscheibenräume darzustellen.

Die Indikation zur Myelographie ist nicht einheitlich. Nach BRADFORD und SPURLING stellen die Patienten ohne objektive lokalisatorische Befunde das Hauptkontingent für eine Myelographie. Sie halten sie ebenfalls für unerläßlich bei Verdacht auf eine Hernie der 3., 2. und 1. Lendenbandscheibe und bei Spondylolisthesis mit objektiven neurologischen Ausfällen. Weitere Indikationen zur Myelographie sind nach ihrer Meinung ältere Patienten mit deutlichen Anomalien im Bereich der lumbosakralen Wirbelsäule und Patienten mit Verdacht auf multiple Hernien.

VIERNSTEIN, HILP und WEIGERT halten die Indikation zur Myelographie erst dann gegeben, wenn neurologische Ausfälle im Bereich des Lendenmarkes oder der Cauda equina akut auftreten oder wenn ein Vertebral-Syndrom mit oder ohne neurologische Ausfälle bei konservativer Behandlung längere Zeit hindurch therapieresistent bleibt.

Nach ihren Angaben liegt die Zahl der Patienten, bei denen eine Myelographie indiziert ist, bei 5 %.

FASSBÄNDER und Mitarbeiter fanden in 88 % völlige Übereinstimmung zwischen myelographischem und operativem Befund. KNUTSSON und WIBERG berichten hingegen über einen hohen Prozentsatz von Bandscheibenvorfällen mit negativem Myelogramm. Die Methode ist jedoch nicht ganz ungefährlich und stellt außerdem eine zusätzliche Belastung für den Patienten dar. Deshalb fordern viele ihre Durchführung nur bei begründetem Verdacht auf das Vorliegen intra- oder extradural gelegener Tumoren bzw. Wirbeltumoren.

Eine andere Methode zum Nachweis eines Bandscheibenvorfalles ist die von A. N. WITT angegebene Nukleographie. Das technische Vorgehen hierbei (Injektion von Kontrastmittel in dem N.p.) ist nicht einfach.

Neben der Myelographie und Peridurographie kann auch die Elektromyographie weitere diagnostische Hinweise

zur Klärung der Höhenlokalisation bei Bandscheibenvorfällen geben. So haben BONNER und SCHMIDT in 24 von 30 Fällen mit dieser Methode eine exakte Lokalisierung erreichen können.

5.0 Chirurgische Grundlagen

Bandscheibenvorfälle, die zu Lumbago, Ischias und radikulären Reizerscheinungen bzw. Ausfällen führen, sind meist dorsal oder dorsolateral gelegen. Ihre anatomische Lage macht auch den operativen Zugang von dorsal her erforderlich.

Je nach den anatomischen Gegebenheiten und nach dem Ausmaß des Vorfalles ist die partielle Hemilaminektomie, die Hemilaminektomie bzw. die Laminektomie von mindestens zwei Wirbelbögen erforderlich. Oft reicht die Fensterung des Ligamentum flavum aus.

Bei dem 5. Intervertebralspalt ist die Distanz zwischen dem unteren Gelenkfortsatz und Dornfortsatz des 5. Lendenwirbels meist groß und der Bogen des 5. Lendenwirbels schmal. Deshalb sind auch die Ligamenta flava zwischen dem 5. Lendenwirbel und dem 1. Sakralwirbel breiter als in anderer Höhe. Hingegen sind beim 4. Intervertebralspalt die Räume zwischen dem unteren Gelenk- und Dornfortsatz und den Bögen sehr breit. Diese anatomischen Besonderheiten des 4. und 5. Intervertebralspaltes bedingen ein differenziert-technisches Vorgehen. Bei Bandscheibenvorfällen im 5. Bandscheibenraum wird oft die Fensterung bzw. eine partielle Hemilaminektomie genügen. Laterale Hernien, welche sich bis zur Medianlinie erstrecken, lassen sich extradural entfernen. Bilaterale Hernien, die sehr selten vorkommen, können durch doppelseitige partielle Hemilaminektomie ausreichend dargestellt und auch entfernt werden.

Die Art, wie technisch vorgegangen wird, ist nicht einheitlich. Im wesentlichen wird hier die Methode beschrieben, die an unserer Klinik angewandt wird. Das ist die Hemilaminektomie.

Von den Besonderheiten abgesehen, gestaltet sich das technische Vorgehen einer Hemilaminektomie im allgemeinen wie folgt:

Der Patient befindet sich in Bauchlage und ist so gelagert, daß die Lendenwirbelsäule ausreichend kyphosiert ist. Der Eingriff erfolgt in Vollnarkose. In Höhe der suspekten Bandscheibe wird zunächst das Operationsgebiet ausreichend mit NACL-Adrenalinlösung infiltriert. Haut und Fascia lumbodorsalis werden knapp lateral von der Dornfortsatzreihe inzidiert. Unter sorgfältiger Blutstillung wird das Ligamentum supraspinale und das Periost über den Spitzen des 4., 5. Lendenwirbels und des 1. Sakralwirbeldorns inzidiert und anschließend die Muskulatur subperiostal von den Wirbelbögen und den Dornfortsätzen abgelöst. Anschließend erfolgt eine möglichst großzügige Darstellung der Wirbelbögen.
Auf der Seite des Ischiassyndromes wird das Ligamentum flavum auf der Höhe der vermuteten Discushernie reseziert bzw. gefenstert. Falls erforderlich wird ein Viertel des nächst höhergelegenen oder das des nächst tiefergelegenen Wirbelbogens mit der Knochenzange abgetragen. Bei doppelseitigem Ischias, beim massiven medianen Discusprolaps wird natürlich beidseitig revidiert. Der Duralsack und die auf der Höhe der Bandscheibe verlaufenden Nervenwurzeln werden nun vorsichtig und stumpf nach medial abgeschoben und die Bandscheibe bzw. die Protrusio oder der Prolaps zur Darstellung gebracht. Es folgt die Incision des Ligamentum longitudinale commune dorsale. Das prolabierte Gewebe wird nun durch diese Eröffnung mit einer Tumorexcisionszange aus seinem Bett herausgeholt. Die Entfernung erfolgt durch Kürettage so radikal wie möglich. Bei nicht eindeutigem neurologischem Befund werden die Bandscheiben darüber und darunter ebenfalls revidiert.

6.0 Methodik

6.1 Krankenbestand

Die Arbeit stützt sich auf das Krankengut der Orthopädischen Universitätsklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim.

In der Zeit von 1956 bis Anfang 1965 wurden 184 Patienten wegen eines Bandscheibenvorfalles operiert. Davon wurden 167 ortsansässige Patienten angeschrieben.

Der mehrfachen Aufforderung zur Untersuchung folgten 97 Patienten.

Zur Beurteilung ausreichend verwertbare Röntgenbilder der LWS in zwei Ebenen aus der Zeit unmittelbar vor der Operation ließen sich in 83 Fällen (40 Männer, 43 Frauen) sicherstellen.

Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsgruppe ist in der Abb. 7a dargestellt. Das Durchschnittsalter war bei den Frauen zum Zeitpunkt der Operation 39,5 Jahre, bei den Männern 39 Jahre. Bei der Nachuntersuchung betrug es bei den Frauen 44,5 Jahre, bei den Männern 43 Jahre. Die jüngste Patientin, die operiert wurde, war 19 Jahre alt, die älteste 62 Jahre. Bei den Männern war der jüngste Patient zum Zeitpunkt der Operation 15 Jahre und der älteste 63 Jahre.

6.2 Zur Katamnese

Zur Beurteilung des subjektiven Beschwerdegrades wurde den Patienten zur Beantwortung ein Bogen mit folgenden Fragen vorgelegt:

1. Wurden Sie nochmals woanders am Rücken operiert?
2. Wenn ja, was für eine Operation wurde durchgeführt?
3. Sind Sie mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden, zufrieden, nicht zufrieden?

4. Fühlen Sie sich in Ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit (leicht, mittel, stark) eingeschränkt?

5. Haben Sie jetzt immer noch Rückenschmerzen (mit oder ohne Ausstrahlung in das rechte oder linke Bein)?

6. Haben Sie ein Taubheitsgefühl oder Kribbeln im rechten oder linken Bein bzw. im rechten oder linken Fuß?

7. Haben Sie eine Schwäche oder Lähmung im rechten oder linken Bein bzw. im rechten oder linken Fuß?

Jede einzelne Frage wurde mit dem Patienten eingehend erörtert, um Mißverständnisse zu vermeiden und gegebenenfalls die Fragen zu verdeutlichen.

6.3 Klinische Untersuchung

Hierbei war für die vorliegende Arbeit die Prüfung der vertebralen Symptomatik wichtiger als die Erfassung der neurologischen Befunde. Die klinische Untersuchung umfaßte in der Reihenfolge der Wichtigkeit einmal die Prüfung der Motilität der LWS einschließlich des Muskeltonus der lumbosakralen Muskulatur, zum andern den Grad der Muskelbeschaffenheit und Reflextätigkeit der unteren Gliedmaßen als Maß der Versehrtheit des entsprechenden Wurzelsegmentes.

Die Motilität der LWS besteht in Hyperlordosierung, Lateralflexion, Rotation und Kyphosierung. Zur Kennzeichnung des jeweiligen Bewegungsausmaßes bei der Rotation, Lateralflexion und Hyperlordosierung wurde die Einteilung - regelrecht, endgradig, mittelgradig und hochgradig eingeschränkt - verwandt.

Zur Messung der Kyphosierung wurde zusätzlich das Verfahren nach Schober benutzt. Hierbei wird über der LWS an der Lumbosakralgrenze und 10 cm cranial eine Strichmarke angebracht und die Zunahme des Ab-

standes bei maximaler lumbaler Beugung gemessen. Sie beträgt bei gesunden Personen mindestens 4 cm.

Die radikulären Erscheinungen wurden hauptsächlich durch Untersuchungen der Muskelfunktionen, wie Plantar- und Dorsalflexion mit dem Zehen- und Hackengang und dem Dandyschen Zeichen (Prüfung des Extensor hallucis longus) geprüft, zusätzlich wurde der Wadenumfang gemessen. Die Muskelfunktionsproben im Verein mit den Umfangsmessungen sind nach SCHLIACK weitaus zuverlässiger und genauer als die Prüfung der Sensibilität, die vom Patienten maßgeblich willkürlich oder unwillkürlich verfälscht werden kann. Aus diesem Grunde wurde auf die Sensibilitätsprüfung bewußt verzichtet. Sie wäre für die vorliegende Arbeit ohnehin nicht bedeutungsvoll gewesen. Ähnliches gilt für das Zeichen nach Lasèque. Dieses Zeichen und das Zeichen nach Bragard wurde dennoch bei allen Patienten geprüft und festgehalten. Den Abschluß der klinischen Untersuchungen bildete die Erhebung eines Reflexstatus an den unteren Extremitäten.

6.4 Die röntgenologischen Untersuchungen

Von jedem Patienten wurden vier Aufnahmen angefertigt:

1. Die dorso-ventrale Aufnahme nach einer Technik von WARNER. Durch entsprechende Röhrenkippung in "Steinschnittlage" gestattet dieses Aufnahmeverfahren eine orthograde Darstellung der letzten Lendensegmente.
2. Die seitliche Aufnahme der Lendenwirbelsäule.
3. Zur Darstellung der lumbalen Intervertebralgelenke wurde das Aufnahmeverfahren nach DITTMAR verwandt. Dabei wird zur Aufnahme linksseitiger Gelenke der Kranke in eine linke Seitenlage ge-

bracht und anschließend sein Rumpf nach rechts und dorsal um ca. 35 - 50° gedreht. Seitabweichungen müssen vorher ausgeglichen werden.

4. Zur Aufnahme der rechtsseitigen Gelenke geht man folgerichtig von der rechten Seitenlage aus.

6.5 Zur Auswertung

Zur vergleichenden Beurteilung des subjektiven Beschwerdegrades, der vertebralen Symptomatik und der röntgenologischen Veränderungen erschien es notwendig, die dabei gewonnenen qualitativen Merkmale durch Zahlen zu objektivieren.

Der subjektive Beschwerdegrad ließ sich, wenn auch unvollständig, aus den Fragen 3 - 5 des katamnestischen Erhebungsbogens ablesen. Dabei wurde nach folgendem Auswertungsmodus verfahren:

Zu Frage 3: Sind Sie mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden, zufrieden, nicht zufrieden?

Sehr zufrieden = 0 Punkte
zufrieden = 1 Punkt
nicht zufrieden = 2 Punkte

Zu Frage 4: Sind Sie in Ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit durch die Operationsfolgen eingeschränkt (leicht, mittel, stark)?

Leicht eingeschränkt = 1 Punkt
mittel eingeschränkt = 2 Punkte
stark eingeschränkt = 3 Punkte

Zu Frage 5: Haben Sie jetzt immer noch Rückenschmerzen (mit oder ohne Ausstrahlung)?

Rückenschmerzen ohne = 1 Punkt
Rückenschmerzen mit = 2 Punkte

Die Auswertung der vertebralen Symptomatik verlief nach folgendem Schema:

Leichter paravertebraler Hartspann = 1 Punkt
schwerer paravertebraler Hartspann = 2 Punkte

Einschränkung der Kyphosierung, Hyperlordosierung, Lateralflexion und Rotation:

Endgradig = 1 Punkt
mittelgradig = 2 Punkte
hochgradig = 3 Punkte

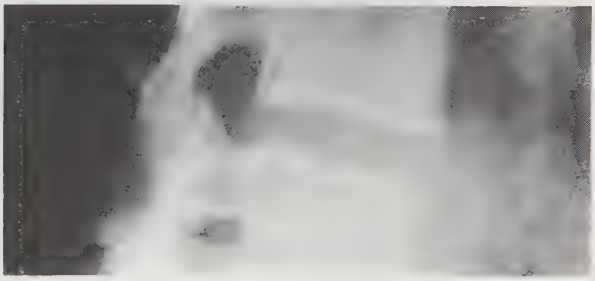
Der Auswertungsmodus für die Schwere der röntgenologischen Veränderungen ergibt sich aus den Abbildungen 1, 2 und 3.

Die Einteilung in einzelne Schweregrade erfolgte dabei nach der ersten orientierenden Durchsicht des gesamten Bildmaterials nach subjektiven Gesichtspunkten.

Das so gewonnene Zahlenmaterial über die Schweregrade der Veränderungen im Röntgenbild an den Wirbelkörpern und an den kleinen Wirbelgelenken wurde für die Berechnung der prozentualen Häufigkeit und der prozentualen Zunahme der einzelnen röntgenologischen Veränderungen zugrunde gelegt.

Beispiele für osteochondrotische Schweregrade

Abb. 1a



Schweregrad 1

Abb. 1b

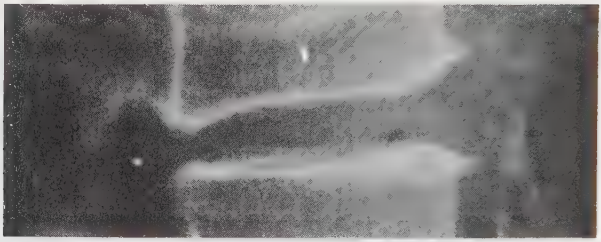
Schweregrad 2

Abb. 1c

Schweregrad 3

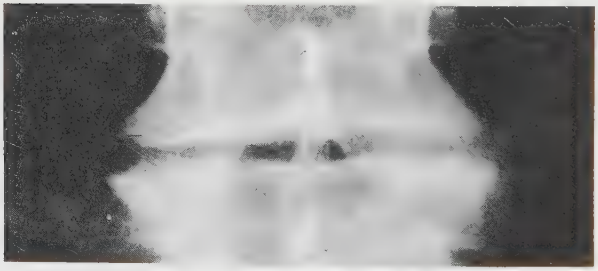
Beispiele für spondylotische Schweregrade

Abb. 2a



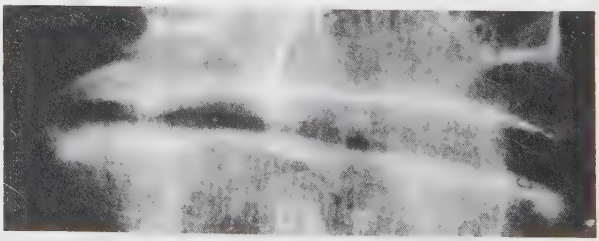
Schweregrad 1

Abb. 2b



Schweregrad 2 (Osteochondrose 3)

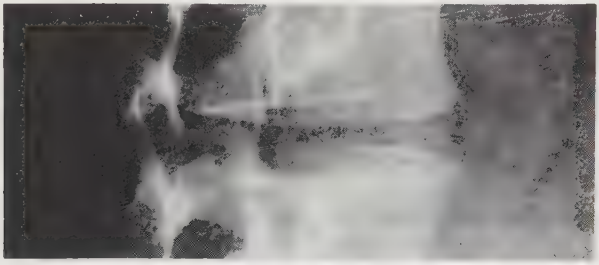
Abb. 2c



Schweregrad 3

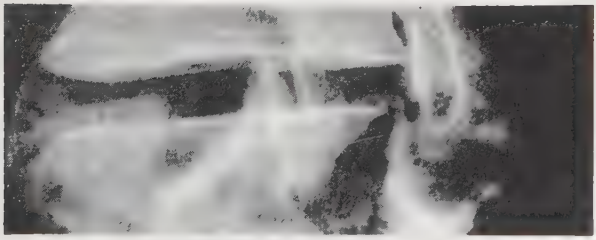
Beispiele für arthrotische Schweregrade an den Wirbelgelenken (Sklerose 1 - 3, Osteophyten 1,2).

Abb. 3a



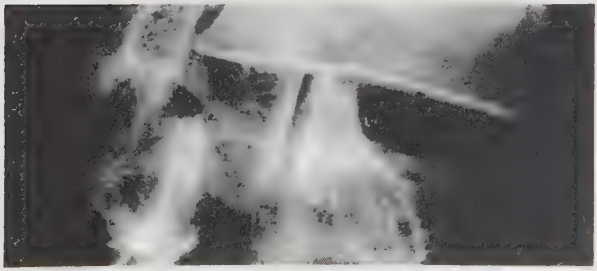
Sklerose 1, Osteophytenbildung 1

Abb. 3b



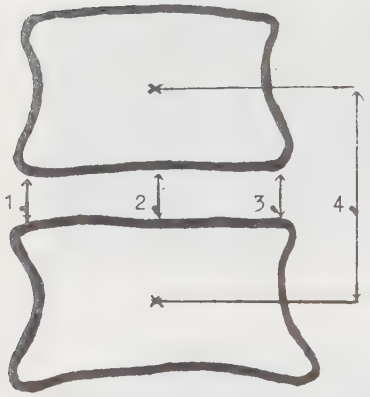
Sklerose 2, Osteophytenbildung 2

Abb. 3c



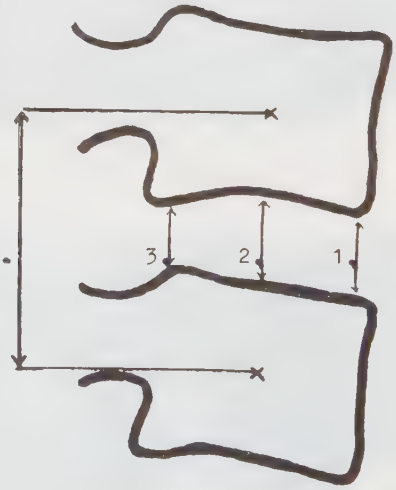
Sklerose 3, Osteophytenbildung 2

Um ein objektives Maß für die Zunahme der Bandscheibenverschmälerung zu bekommen, wurden die Bandscheibenräume, wie es aus der Abb. ersichtlich ist, ausgemessen.



Messung a.p.

Abb. 4



Messung seitlich

Abb. 5

7.0 Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind in den Tabellen 1 - 14 und in den Abbildungen 1 - 22 wiedergegeben.

Die Abbildung 6 gibt Aufschluß über die Verteilung der operierten Bandscheibenvorfälle nach Häufigkeit, Höhe und Geschlecht geordnet.

Abbildung 7a und b enthalten die Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Der dazwischenliegende Zeitabschnitt - hier Intervall genannt - wurde ebenfalls aufgeschlüsselt und ist in der Abbildung 8 wiedergegeben.

Die Zusammenstellung der Ergebnisse hält sich an die vorgegebene Gliederung in der Einleitung und in der Methodik. Die Ergebnisse der katamnestischen Erhebungen sind in der Tabelle 1 prozentual zusammengefaßt. Bezüglich der Fragen sei nochmals auf die Seite 25 und 26 verwiesen.

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen, unterteilt in einen vertebralen und in einen neurologischen Teil, beinhalten die Tabellen 2 und 3.

Nach dem Thema der vorliegenden Arbeit stehen die röntgenologischen Veränderungen, besonders die Osteochondrosen und Spondylosen an den Wirbelkörpern sowie die Arthrosen der Wirbelgelenke im Vordergrund. Ihre Resultate sind nach folgenden Gliederungen in den Tabellen 4 - 9 und Abbildungen 9 - 22 dargestellt.

I. Osteochondrose

1. Osteochondrose und Bandscheibenvorfall.
2. Osteochondrose vor und nach der Operation:
   a) die Häufigkeit und Verteilung der einzelnen Schweregrade,
   b) durchschnittliche prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Schweregrade,
   c) die prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Schweregrade am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten,
   d) in Relation zur Altersverteilung,
   e) zum sogenannten Intervallalter (Zeitraum nach der Operation).
   f) Schwere der Osteochondrose und Ausmaß der Hemilaminektomie.
3. Ergebnisse der Abmessungen der Bandscheibenräume.

II. Spondylosis

1. Spondylosis vor und nach der Operation:
   a) Verteilung und Häufigkeit der einzelnen Schweregrade,
   b) die gesamte prozentuale Zunahme der spondylotischen Schweregrade,
   c) die prozentuale Zunahme spondylotischer Schweregrade am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten,
   d) in Relation zur Altersverteilung,
   e) zum sogenannten Intervallalter.
   f) Schweregrad an Spondylosis und Ausmaß der Hemilaminektomie.

III. Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke

1. Die prozentuale Häufigkeit und Verteilung der gesamten degenerativen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken.
2. Sklerose und Osteophyten:
   a) am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten,
   b) in Relation zur Altersverteilung,
   c) zum sogenannten Intervallalter.

IV. Degenerative Veränderungen an den Dornfortsätzen (Morbus BAASTRUP).

V. Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia.

VI. Wirbelverschiebungen.

VII. Formstörungen (Kyphosen, Skoliosen).

VIII. Übergangsstörungen.

IX. Fehlbildungen.

Zum Schluß folgt die Abbildung 23 über die Osteochondrose, Spondylosis und Arthrosis an den kleinen Wirbelgelenken bei stärkeren Kreuzschmerzen.

Explorationsbefunde bei 97 Hemilaminektomierten

90 operierte Bandscheibenvorfälle folgender Verteilung:

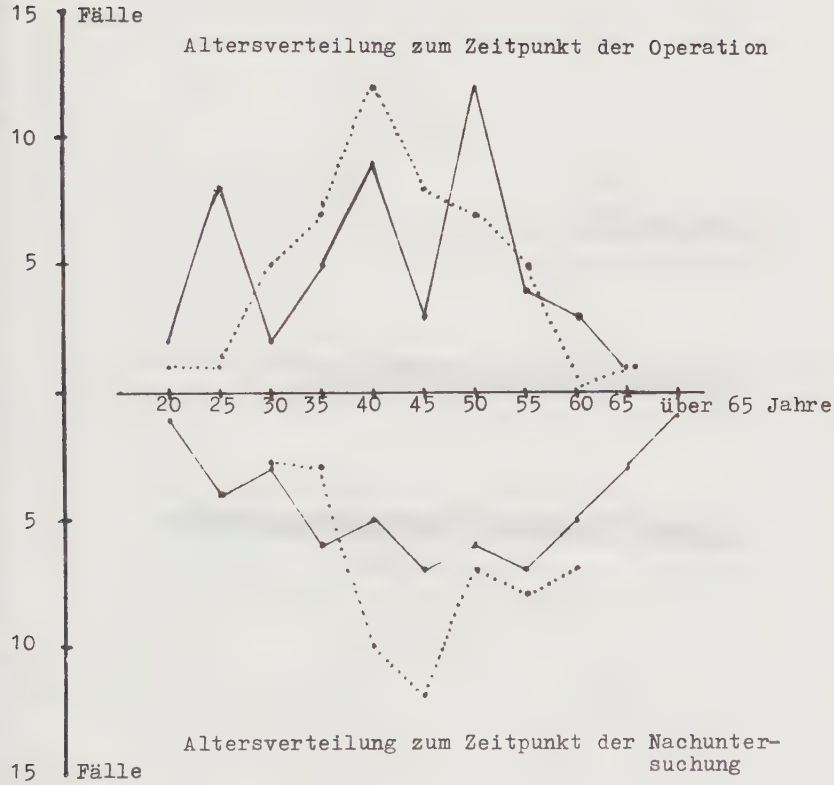
Abb. 6

Z 4	♂ xxxxxxxxxxx	(= 25%)	38 (= 39%)
	♀ ooooooooooooooooooooooooo	(= 53%)	
+Z 4+5	♂ xxxxxxxxx	(= 18%)	13 (= 13%)
	♀ oooo	(= 8%)	
Z 5	♂ xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	(= 54%)	39 (= 40%)
	♀ ooooooooooooo	(= 26%)	

+ Davon:	♂	♀
Z 5 - Prolaps und Z 4 - Protrusio :	5	1
Z 4 - Prolaps und Z 5 - Protrusio :	4	1
Z 5 und Z 4 - Prolaps :		2

7 Hemilaminektomien ohne Bandscheibenvorfall (stattdessen: Verwachsungen, Randwülste, Varikosis)

Abb. 7a und Abb. 7b

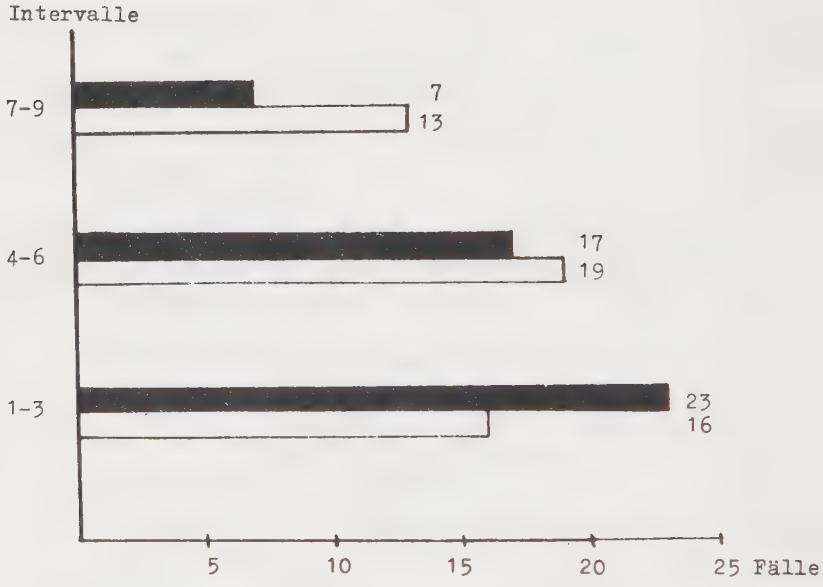


——— = Männer

..... = Frauen

Die Verteilung der sogenannten Intervalle (Anzahl der Jahre nach der Operation) bei 95 Hemilaminektomierten

Abb. 8



Tab. 1

Ergebnisse der katamnestischen Erhebungen von 97 Hemilaminektomierten

	♂ (n = 48)	♀ (n = 49)	summa
Zu Frage 1:	4 = 8%	1 = 2%	5 = 5%
Zu Frage 2:	4 = 8%	-	4 = 4%
Zu Frage 3:			
Sehr zufrieden:	13 =26%	22 =47%	35 =36%
Zufrieden:	52 =63%	19 =40%	51 =52%
Nicht zufrieden:	5 =11%	6 =13%	11 =11%
Zu Frage 4:			
leicht	8 =16%	10 =21%	18 =19%
mittel	16 =33%	17 =35%	33 =34%
schwer	16 =33%	18 =37%	34 =35%
Zu Frage 5:			
mit	37 =75%	35 =73%	72 =74%
ohne	4 = 8%	5 =10%	9 = 9%
gelegentlich Lumbago			34%
ständig Kreuzschmerzen von wechselndem Ausmaß			49%
Zu Frage 6:			
rechts	15 =30%	9 =19%	24 =25%
links	22 =45%	24 =49%	46 =47%
Zu Frage 7:			
rechts	10 =20%	6 =12%	16 =16%
links	11 =22%	17 =35%	28 =29%

Tab. 2

Ergebnisse der vertebralen Befunde bei 97 Hemilaminektomierten:

Paravertebrale Muskelverspannung:

	♂	♀
leicht	16 = 32%	15 = 30%
stark	18 = 37%	8 = 16%

Einschränkung der Motilität in der LWS:

	♂ (n = 48)			♀ (n = 49)		
Rotation:	1	2	3	1	2	3
beidseits	14=28%	12=24%	1= 2%	15=30%	8=16%	3= 6%
rechts	5=10%	7=14%	-	7=14%	10=20%	-
links	6=12%	6=12%	1= 2%	9=18%	7=14%	-
Lateralflexion:						
beidseits	20=40%	5=10%	1= 2%	17=34%	8=16%	2= 4%
rechts	4= 8%	4= 8%	-	5=10%	5=10%	2= 4%
links	3= 6%	4= 8%	1= 2%	5=10%	5=11%	-
Hyperlordosierung:	20=40%	16=32%	1= 2%	27=54%	7=14%	8=16%
Kyphosierung:	34=68%	10=20%	-	25=50%	17=34%	5=10%

SCHOBER'sches Zeichen:

unter 4 cm	15=31%	unter 4 cm	32=65%
über 4 cm	33=69%	über 4 cm	17=35%

1 = endgradig eingeschränkt (1/3)
2 = mittelgradig eingeschränkt (2/3)
3 = hochgradig eingeschränkt (mehr als 2/3)

Tab. 3

Ergebnisse der neurologischen Befunde bei den Nachuntersuchungen von 97 Hemilaminektomierten

	♂ (n = 48)	♀ (n = 49)	summa
Reflexe:			
PSR abgeschwächt:			
	re: 6	re: -	re: 6 = 6%
	li: 2	li: 2	li: 4 = 4%
ASR abgeschwächt:			
	re: 10	re: 6	re: 16 = 16%
	li: 20	li: 22	li: 42 = 43%
Positiver Lasègue:			
	re: 12	re: 9	re: 21 = 21%
	li: 13	li: 15	li: 28 = 29%
Motorische Ausfälle:			
Positiver Zehendandy:			
	re: 10	re: 4	re: 14 = 14%
	li: 16	li: 21	li: 37 = 38%
Zehengang abgeschwächt:			
	re: 3	re: 2	re: 5 = 5%
	li: 5	li: 11	li: 16 = 16%
Fersengang abgeschwächt:			
	re: 4	re: 2	re: 6 = 6%
	li: 5	li: 11	li: 16 = 16%
Wadenumfangsminderung:			
um 1 cm			
	re: 2	re: 2	re: 4 = 4%
	li: 12	li: 7	li: 19 = 20%
um 2 cm			
	re: 1	re: -	re: 1 = 1%
	li: 2	li: 1	li: 3 = 3%
um 3 cm			
	re: 2	re: -	re: 2 = 2%
	li: 2	li: 1	li: 3 = 3%

PSR = Patellarsehnenreflex
ASR = Achillessehnenreflex

I.1. Übereinstimmung von Bandscheibenvorfall und stärkerem Osteochondrosegrad an der LWS (95 ausgewertete Röntgenbilder)

Bei Z 4 - Vorfall

Abb. 9a

Bei Z 5 - Vorfall

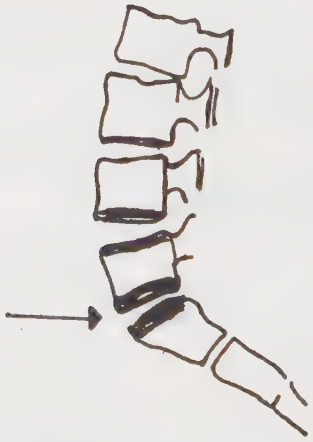


Abb. 9b

I.2.a

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Schweregrade der Osteochondrose vor und nach der Hemilaminektomie (83 ausgewertete Fälle):

Schweregrad	vor ♂	♀	insges.	Schweregrad	nach ♂	♀	insges.
1	12%	8%	10%	1	15%	5%	10%
2			-	2	2%	2%	2%
3			-	3	1%		1%
1	40%	55%	47%	1	30%	45%	37%
2	2%		2%	2	14%	17%	16%
3			-	3	1%		1%
1	53%	82%	68%	1	30%	17%	21%
2	21%	15%	18%	2	23%	47%	35%
3	2%		2%	3	19%	27%	23%
1	65%	77%	71%	1	30%	25%	28%
2	25%	9%	17%	2	38%	44%	41%
3		2%	2%	3	25%	21%	23%

Tab. 4

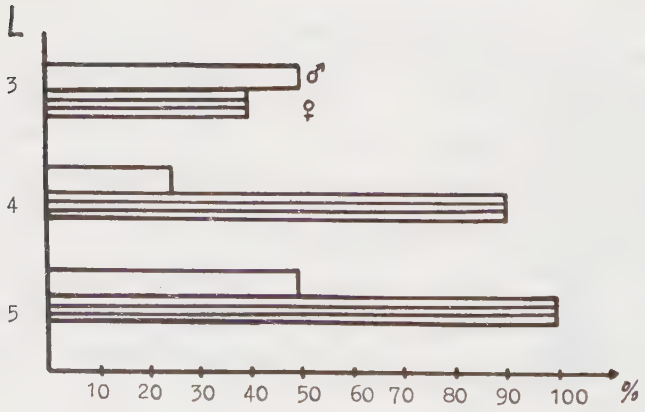
I.2.b Die prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Veränderungen nach Hemilaminektomie (83 ausgewertete Röntgenbilder)

Osteochondrose:

	♂	♀	
5. Bandscheibe:	50%	90%	ges. 70%
4. Bandscheibe:	25%	80%	50%
3. Bandscheibe:	50%	40%	45%

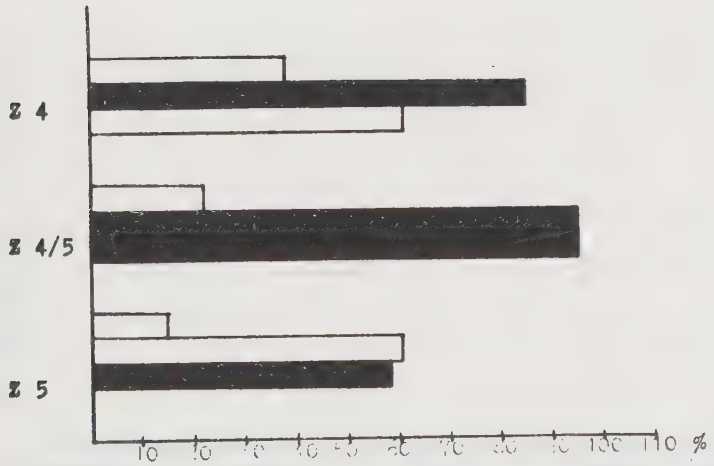
Tab. 5

Abb. 10



I.2.c **Die prozentuale Zunahme der Osteochondrose am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten** nach der Hemilaminektomie

Abb. 11

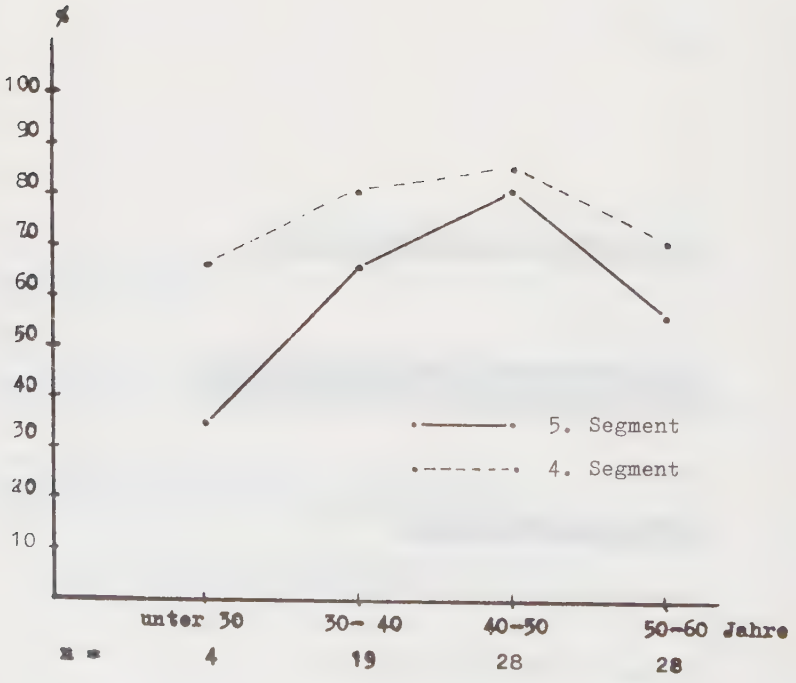


schwarz ausgezogene Kolumnen = betroffene (operierte) Segmente

I.2.d

Die prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Veränderungen nach der Hemilaminektomie in Relation zum Alter

Abb. 12



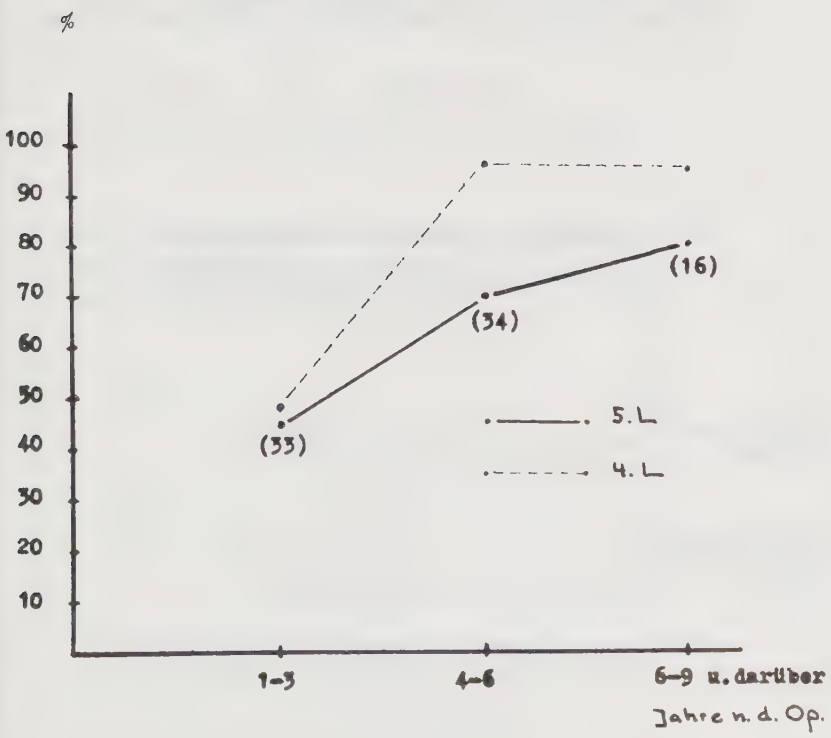
I.2.e

Die prozentuale Zunahme an Osteochondrose bei 83 Hemilaminektomierten in Relation zum sogenannten Intervallalter

(verstrichener Zeitraum nach der Operation)

83 ausgewertete Röntgenbilder

Abb. 13



I.2.f

Das Ausmaß der Hemilaminektomie in Beziehung zum Schweregrad an Osteochondrose

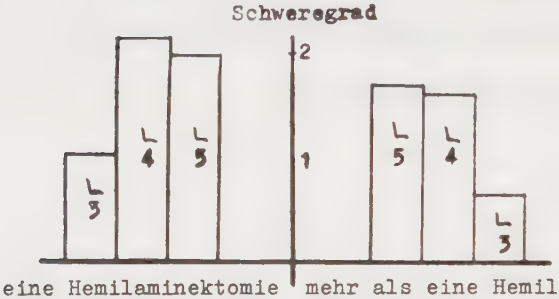


Abb. 14a

Die prozentuale Zunahme an Osteochondrose in Beziehung zum Ausmaß der Hemilaminektomie

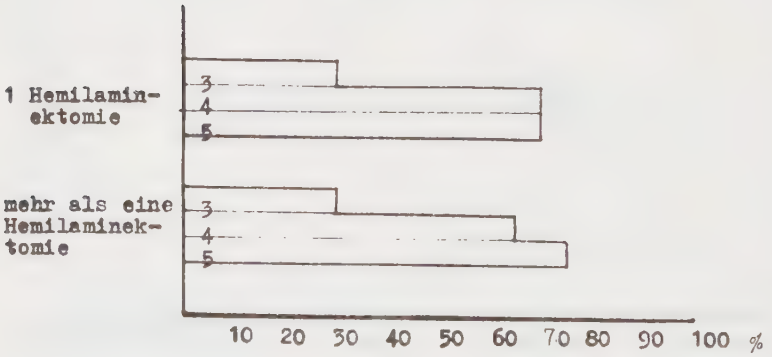


Abb. 14b

I. 3. Ergebnisse der Abmessungen der Bandscheibenräume bei L3 und L4.

Tab. 6

81 ausgemessene Röntgenbilder

Davon bei L4 in 45 % deutliche Zunahme der Bandscheibenraumverschmälerung um 3 - 5 mm (max. 9 mm).

Bei L3 in 15 % Zunahme der Bandscheibenraumverschmälerung um durchschnittlich 2 - 4 mm (max. 6 mm).

Ein Bandscheibenraum galt als verschmälert, wenn in mindestens zwei Messungen (s. S. 33) um wenigstens 2 mm gefunden wurde.

II. 1. a

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Schweregrade der Spondylose vor und nach der Hemilaminektomie (83 ausgewertete Fälle):

	vor				nach		
	Schweregrad	♂	♀	insges.	Schweregrad	♂	♀	insges.
Z 2	1	2%	7%	5%	1	4%	9%	8%
	2	3%		3%	2	2%		2%
	3			-	3	2%		2%
Z 3	1	21%	48%	34%	1	4%	17%	15%
	2	2%		2%	2	14%	17%	15%
	3			-	3	1%		
Z 4	1	40%	63%	52%	1	27%	21%	24%
	2	7%	12%	11%	2	16%	27%	22%
	3	5%		5%	3	20%	25%	17%
Z 5	1	26%	40%	33%	1	15%	26%	20%
	2	5%	4%	4%	2	18%	18%	15%
	3			-	3	7%	2%	5%

Tab. 7

II.1.b

Die prozentuale Zunahme der spondylotischen Veränderungen nach Hemilaminektomie (83 ausgewertete Röntgenbilder)

Tab. 8

Spondylose:	♂	♀	
5. Bandscheibe:	90%	48%	ges. 68%
4. Bandscheibe:	70%	70%	70%
3. Bandscheibe:	69%	31%	50%

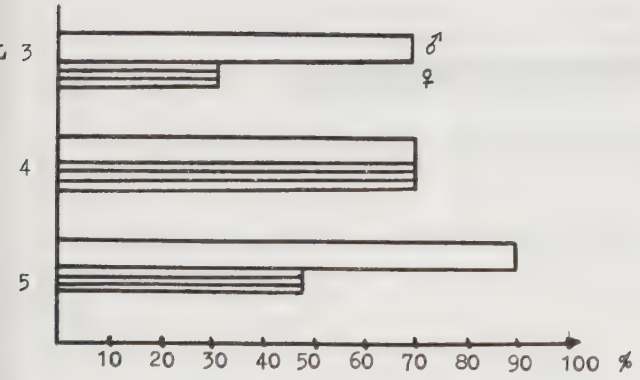
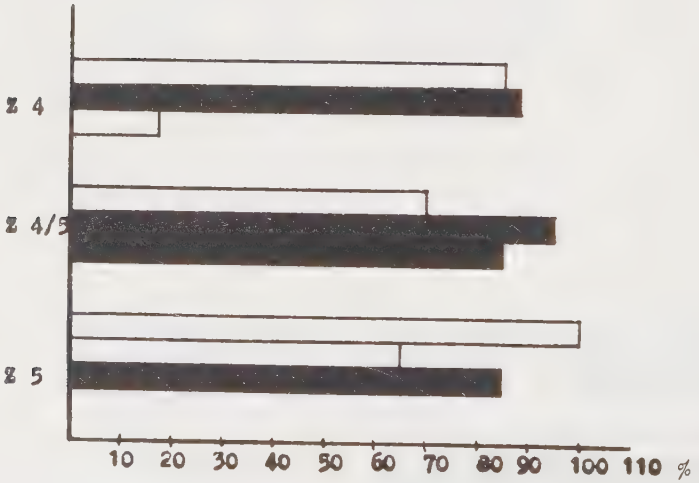


Abb. 15

II.1. c

Die prozentuale Zunahme der Spondylose am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten nach Hemilaminektomie

Abb. 16

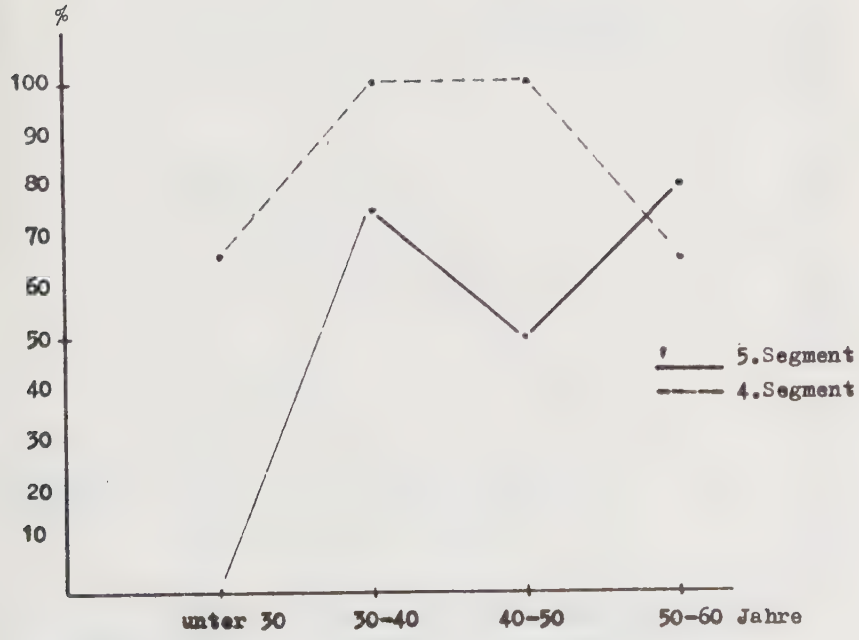


schwarz ausgezogene Kolumnen = betroffene Segmente

II.1.d

Die prozentuale Zunahme an spondylotischen Veränderungen bei Hemilaminektomierten in Relation zum Alter

Abb. 17



II.1.e

Die prozentuale Zunahme an spondylotischen Veränderungen bei 85 Hemilaminektomierten in Beziehung zum Intervallalter

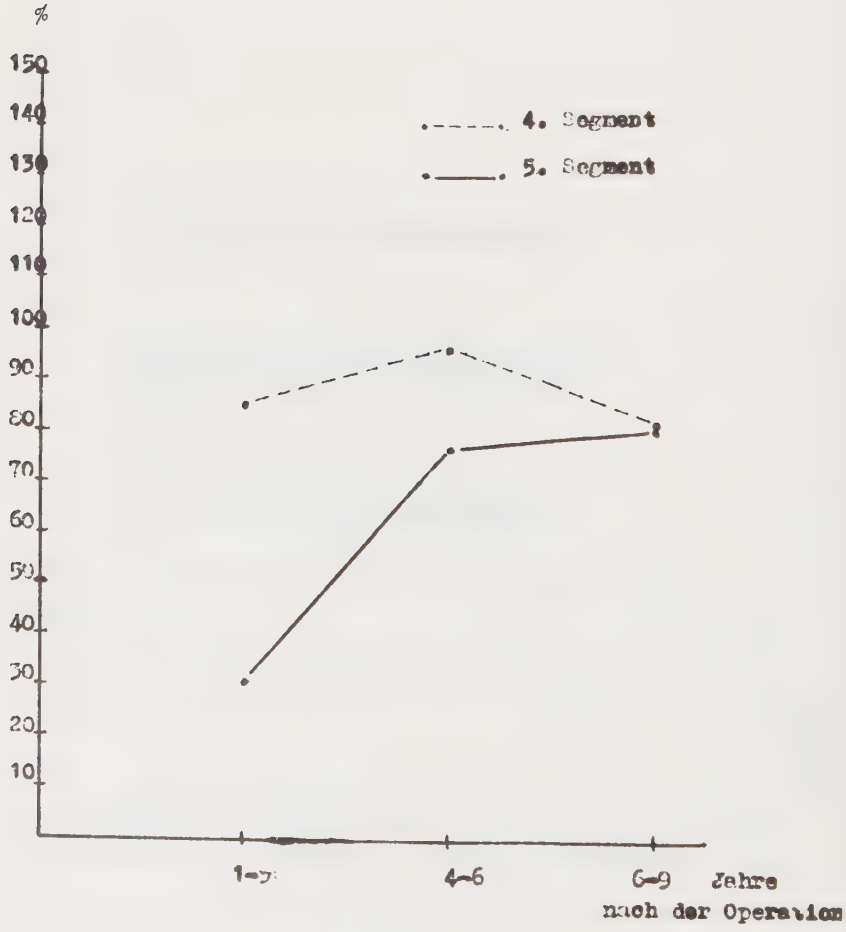
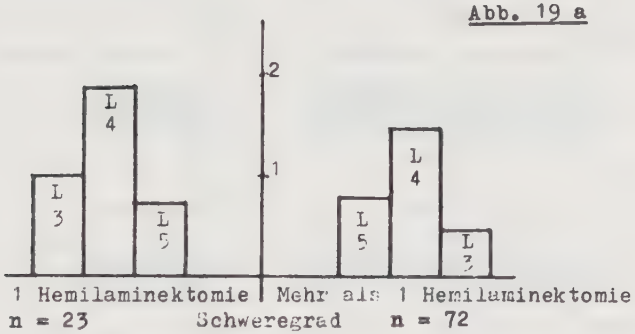


Abb. 18

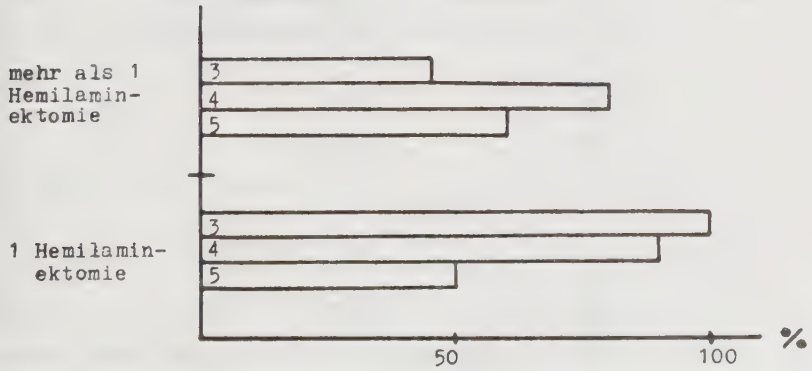
II 1. f Das Ausmaß der Hemilaminektomie in Beziehung zum Schweregrad an Spondylosis

Abb. 19 a



Ausmaß der Hemilaminektomie und Zunahme an Spondylosis deformans
(vergleichende Beurteilung von 83 Röntgenbildern der LWS vor und nach der OP)

Abb. 19 b



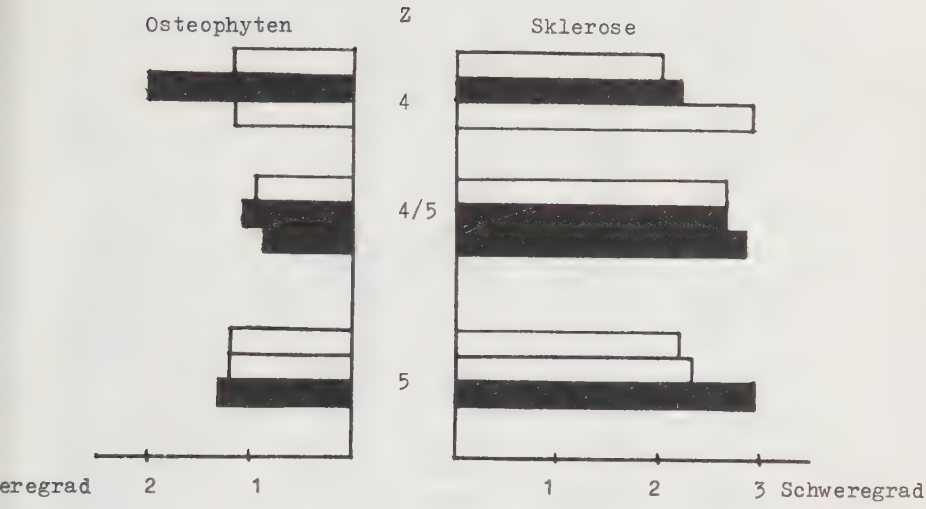
III. 1.

Die prozentuale Häufigkeit degenerativer Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken bei Hemilaminektomierten (95 ausgewertete Fälle):

L			Insgesamt	Sklerose	Insgesamt	Osteophyten	Inkongruenz	Verschmälerung
5	♂	re	89%	3 = 4% 2 = 50% 1 = 35%	49%	2 = 2% 1 = 47%	17%	40%
		li	87%	3 = 13% 2 = 51% 1 = 23%	57%	2 = 2% 1 = 54%	17%	24%
	♀	re	92%	3 = 6% 2 = 42% 1 = 42%	50%	2 = 6% 1 = 44%	17%	48%
		li	90%	3 = 8% 2 = 42% 1 = 40%	59%	2 = 8% 1 = 50%	10%	44%
4	♂	re	83%	3 = 2% 2 = 32% 1 = 49%	51%	3 = 2% 2 = 2% 1 = 47%	10%	6%
		li.	90%	3 = 6% 2 = 27% 1 = 51%	57%	2 = 2% 1 = 55%	10%	21%
	♀	re	80%	3 = 4% 2 = 27% 1 = 44%	50%	2 = 13% 1 = 36%	8%	35%
		li	84%	3 = 6% 2 = 29% 1 = 46%	65%	2 = 11% 1 = 54%	8%	27%
3	♂	re	85%	3 = 2% 2 = 28% 1 = 54%	53%	2 = 2% 1 = 51%	0%	2%
		li	87%	3 = 2% 2 = 28% 1 = 54%	60%	2 = 4%	2%	2%
	♀	re	85%	2 = 17% 1 = 69%	48%	(=1)	2%	6%
		li	90%	3 = 2% 2 = 31% 1 = 56%	52%	2 = 41% 1 = 48%	0%	2%

Tab. 9

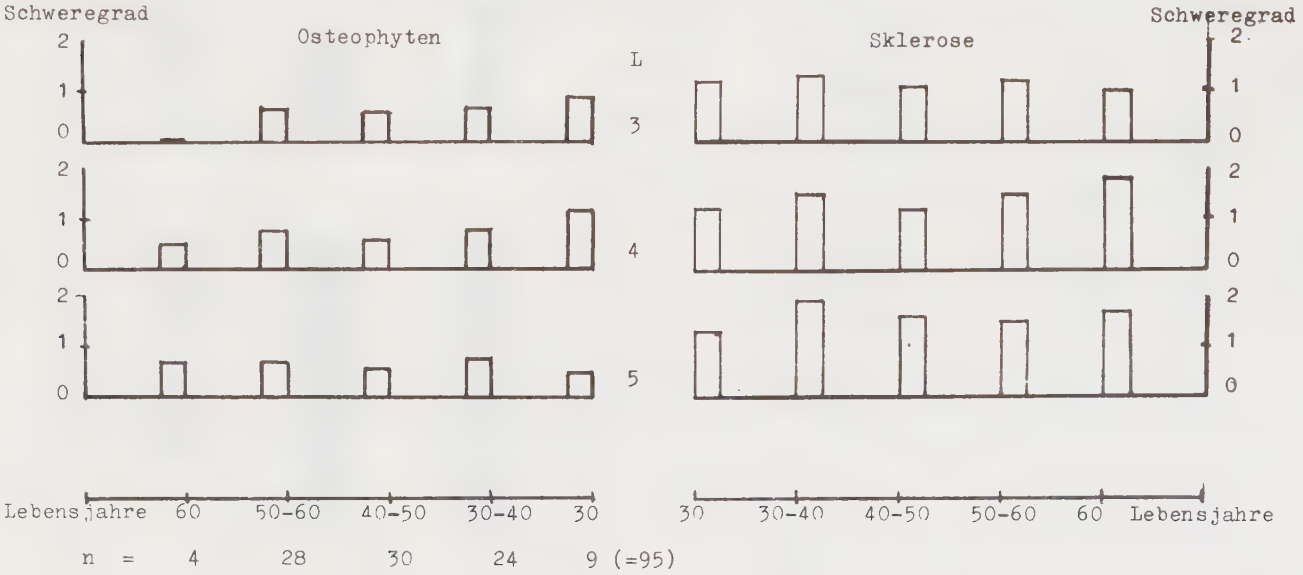
Abb. 20



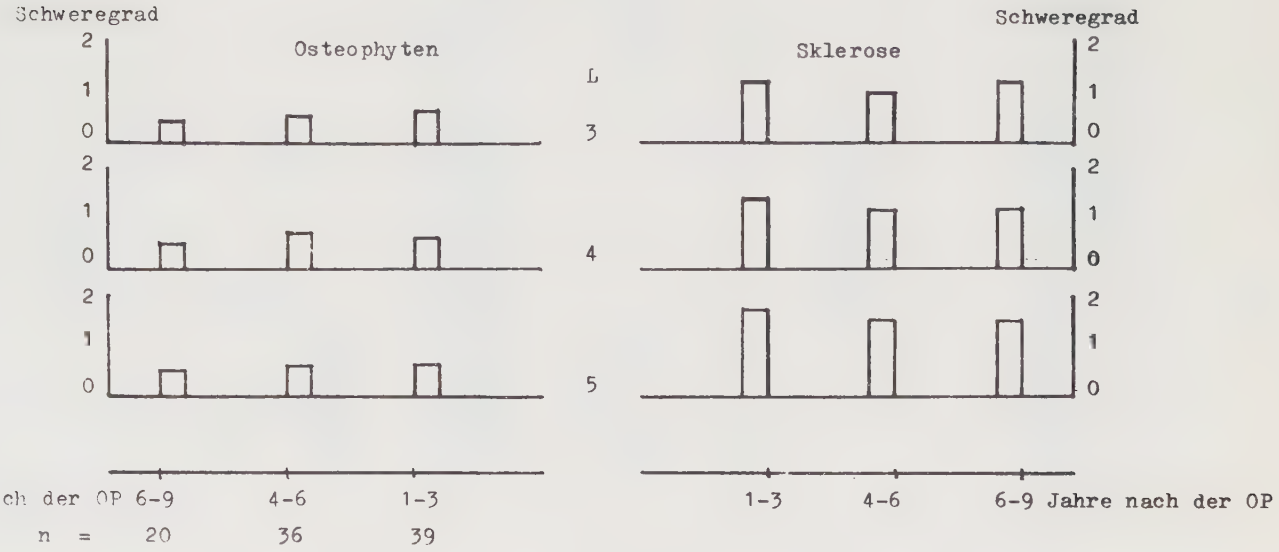
schwarz ausgezogene Kolumne = betroffenes Segment

Der Schweregrad an Sklerose und Osteophytenbildungen der Wirbelgelenke (L4 - L5) am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten
(95 ausgewertete Röntgenbilder)

III.2.b **Der Schweregrad an Sklerose und Osteophytenbildungen der Wirbelgelenke der Bewegungssegmente L3, 4 und 5 in ihrer Beziehung zum Alter bei Hemilaminektomierten (95 ausgewertete Röntgenbilder)**



III.2.c **Der Grad an Sklerose und Osteophytenbildungen an den kleinen Wirbelgelenken der Bewegungssegmente 3, 4 und 5 in ihrer Beziehung zum sogenannten Intervall**



IV. Degenerative Veränderungen an den Dornfortsätzen bei Hemilaminektomierten
(vergleichende Auswertung von 83 vor und nach der OP angefertigten Röntgenbildern der LWS)

Osteoarthrosis interspinosa
M. BAASTRUP

	v o r	n a c h
♂	4	5
♀	13	14
S	17 (= 20%)	19 (= 23)

Insgesamt in 33% (19 Fälle)

(Davon bei 9 Fällen deutliche Zunahme)

Verteilung:

L 3 : 2 x

L 4 : 10 x

L 5 : 7 x

Tab. 10

V. Verknöcherung der Ligamenta iliolumbalia bei Hemilaminektomierten
(vergleichende Auswertung von 83 vor und nach der Operation angefertigten Röntgenbildern der LWS)

	v o r der Hemilaminektomie	n a c h
♂	13 (= 15%)	14 (= 17%)
♀	20 (= 24%)	21 (= 25%)
S	33 (= 40%)	35 (= 42%)

In 11 Fällen (= 13%) deutliche Zunahme der Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia

Tab. 11

VI. Wirbelkörperverschiebungen bei Hemilaminektomierten:
(vergleichende Auswertung von 83 vor und nach der Operation angefertigten Röntgenbildern der LWS)

Dorsaldislokationen:

L 3	1 x	
L 4	6 x	
L 5	7 x	
	14 x	(= 17%)

Ventraldislokation ohne Spaltbildung:

L 4	1 x

Drehgleiten:

L 3	1 x

Tab. 12

VII. Formstörungen (Kyphose, Skoliose) der LWS bei Hemilaminektomierten
(83 vor und nach der Operation angefertigte Röntgenbilder der LWS)

Abnorme Gradhaltung (bzw. Kyphose) der LWS vor und nach der Operation:

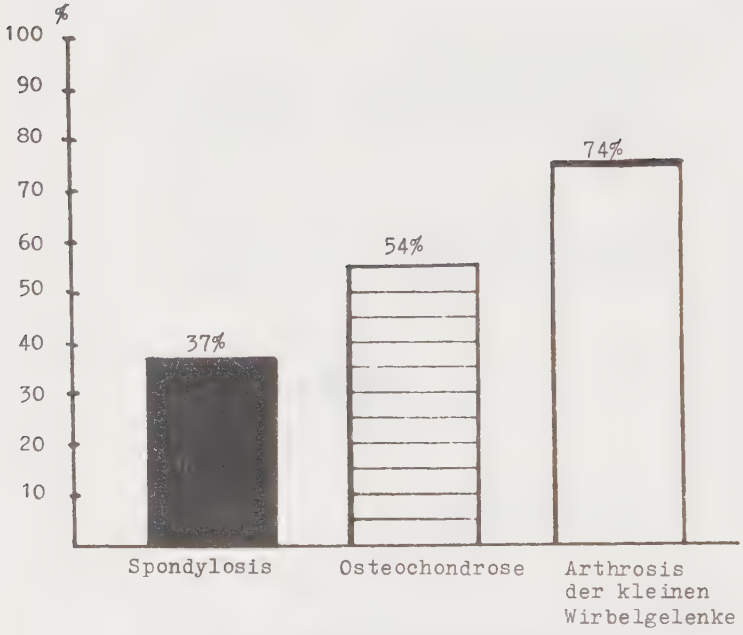
22	♂	(= 55%)
24	♀	(= 56%)
46		(= 55%)

Skoliosen der LWS:

	vor der Hemilaminektomie	nach der Hemilaminektomie
linkskonvex	25 (14 ♂, 11 ♀)	18 (10 ♂, 8 ♀)
rechtskonvex	17 (5 ♂, 12 ♀)	20 (7 ♂, 13 ♀)

unverändert	linkskonvex	: 16 (= 19%)
"	rechtskonvex	: 15 (= 18%)

Tab. 13



Übereinstimmung zwischen Spondylosis, Osteochondrose und Arthrosis der Wirbelgelenke von jeweils höherem Schweregrad und intensiver Lumbago
(95 ausgewertete Röntgenbilder der LWS)

Abb. 23

8.0 Die Beurteilung der Ergebnisse

Aus der Abb. 1 geht hervor, daß auch in unserem Krankengut die meisten operierten Bandscheibenvorfälle bei Z4 und bei Z5 gefunden wurden. Während bei uns der 4. und 5. Bandscheibenraum (38 % und 39 %) fast gleich häufig befallen sind, ist nach einer Übersicht aus der Neuro-Chirurgischen Universitätsklinik Zürich über 2.948 Fälle (operierte Discushernien der gesamten Wirbelsäule) Z4 mit 56 % gegenüber Z5 mit 37 % eindeutig häufiger befallen (zit. nach BRÜGGER aus Documenta rheumatologica).

I.1. Osteochondrose und Bandscheibenvorfall

Schwerere Osteochondrose und Bandscheibenvorfall wiesen bezüglich der Lokalisation für Z4 bei den Männern eine Übereinstimmung von 70 % und bei den Frauen von 85 % auf. In 80 % der Fälle bei den Männern und in 85 % der Frauen stimmten stärkerer Osteochondrosegrad und Bandscheibenvorfall am 5. Bandscheibenraum überein. Das beweist, daß der Sitz einer stärker ausgeprägten Osteochondrose bei den Bandscheibenkranken hinsichtlich der Höhenlokalisation bei Verdacht auf einen Bandscheibenvorfall eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt.

I.2.a Die Häufigkeit und Verteilung der einzelnen Osteochondroseschweregrade.

An den Röntgenbildern vor der Operation ließ sich für den Z5-Raum ein Osteochondrosebefall unabhängig vom Schweregrad von durchschnittlich 90 % und für den 4. Bandscheibenraum von 88 % ermitteln. Selbst der 3. Bandscheibenraum weist mit 47 % einen relativ hohen Osteochondrosebefall auf. Die Häufigkeit an Osteochondrose auf den Röntgenbil-

dern nach der Operation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug für L5 92 %, L4 79 % und für L3 54 %. Diese Prozentzahlen sind überdurchschnittlich und bezeichnend für das vorliegende Untersuchungsgut.

HILDEBRANDT konnte einen derartigen hohen Osteochondrosebefall in seinem Untersuchungsgut (1.000 Sektionen) nur in der Altersgruppe der 80-jährigen in 72 % schwere Lendenbandscheibenveränderungen ermitteln. Allerdings ist der Vergleich seiner Sektionsuntersuchungen mit den Auswertungen unserer Röntgenbilder nur bedingt verwertbar.

WEIGERT und HIPP fanden in ihrem Untersuchungsgut mit ähnlicher Altersverteilung bei Bandscheibenoperierten in durchschnittlich 65 % der Fälle eine deutliche Osteochondrose.

Für spätere Erörterungen hinsichtlich der Verteilung der Spondylosis deformans und der Osteochondrosis ist es hier schon erwähnenswert, daß in u n s e r e m Krankenmaterial bei den M ä n n e r n der 5. Bandscheibenraum öfter befallen ist, wohingegen bei den F r a u e n eine stärkere Beteiligung des 4. Bandscheibenraumes auffällt.

Zahlreiche Autoren aus dem In- und Ausland haben Nachuntersuchungsergebnisse über operierte Bandscheibenvorfälle in der Lendenwirbelsäule veröffentlicht. Unter ihnen befinden sich K. ALFRED, BURKART, W., BURNS und YOUNG, REISSNAUER, DECKER und SHAPIRO, ESPENOR, KUHLENDAHL und HENSELL, PENNYBACKER, TANDRUP und UNBACH, VOGT und HAIKE, WEBSTER und SMILEY, JUNGE, BRADFORD und SPURLING u.a.. Sie berichten über gute bis hervorragende Ergebnisse.

Allerdings gehen ihre Nachuntersuchungen meist von verschiedenen Gesichtspunkten aus, was eine vergleichende Beurteilung erschwert.

Aus den vielen Arbeiten sei jedoch diejenige von KUHLENDAHL und HENSELL herausgegriffen, die in einer

Tabelle die Nachuntersuchungsergebnisse verschiedener Autoren zusammenfassen.

Die entsprechenden Befunde der vorliegenden Arbeit sind aus den Tabellen 1, 2 und 3 ersichtlich.

Bei ihren eigenen Nachuntersuchungen haben KUHLENDAHL und HENSELL bei 210 Patienten (1 1/4 bis 4 Jahre nach der Operation) nachweisen können, daß 40 % restlos beschwerdefrei waren. In unserem Untersuchungsgut hingegen waren von den 97 Patienten 36 % sehr zufrieden und 51 % zufrieden mit dem Operationsergebnis, aber nur 12 % völlig beschwerdefrei. 66 % gaben lumbalgiforme Beschwerden an, die in 34 % gelegentlich und in 32 % dauernd vorhanden waren. Bei 60 % unserer Patienten waren allerdings mehr als 4 Jahre seit der Operation verstrichen. KUHLENDAHL und HENSELL dagegen haben nur bis zu 4 Jahren nach der Operation nachuntersucht.

I.2.b Durchschnittliche prozentuale Zunahme osteochondrotischer Schweregrade nach der Operation.

Die Häufigkeitsverteilung der Osteochondrose vor und nach der Operation variiert nur wenig, stärker die Verteilung der einzelnen Schweregrade. Die Zunahme an Schwere osteochondrotischer Veränderungen läßt sich aus der Tab. 5 und Abb. 10 ablesen. Altersverteilung und das Ausmaß der Operation wie auch das verstrichene Intervall zwischen Operation und Nachuntersuchung bleiben hierbei zunächst unbeachtet. Während in der Tab. 4 die Osteochondrose am 3. Bewegungssegment nicht erwähnenswert im Gegensatz zum 4. und 5. Bewegungssegment erscheint, deutet die Tab. 5 und die Abb. 10 auf eine beachtliche Zunahme an Osteochondrose auch im 3. Bewegungssegment hin. Relativ gesehen, ist die gleiche Zunahme an der 4. Bandscheibe zu verzeichnen. Geht man jedoch von der Tatsache aus, daß eine erhebliche Vorschädigung der 4. und 5. Bandscheibe schon vor der Operation vorlag, so erfährt die hier

festgestellte Zunahme an der 4. Bandscheibe von 50 % und an der 5. Bandscheibe von 70 % insgesamt eine beachtliche Akzentuierung.

Trotzdem lassen die bisherigen Ergebnisse, weil die lumbosakrale Bandscheibe und auch die 4. Lendenbandscheibe ohnehin einem starken Verschleiß unterworfen ist, eine zusätzliche sekundäre Osteochondrose nach Bandscheibenoperation nur schwer erkennen. Anhand der Tab. 4 u. 5 und Abb. 10 läßt sich zumindest bei den Frauen für das 4. Lumbalsegment eine derartige sekundäre Osteochondrose nach der Bandscheibenoperation annehmen. Denn in der Häufigkeit der operierten Bandscheibenvorfälle war dieses Segment öfter befallen und die Zunahme der Osteochondrose an diesem Segment ist erheblich. Es müssen hierbei auch endogene Faktoren berücksichtigt werden. Die meisten Frauen waren adipöser und ihre Lendenwirbelsäule infolgedessen einer größeren Über- und Fehlbelastung unterworfen. Der Hauptgipfel der Altersverteilung bei den Frauen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag zwischen dem 40. und 45. Lebensjahr. Für diese Altersgruppe konnte JANTSCHEW zumindest für die Spondylosis in einem größeren Untersuchungsgut die Zunahme an Spondylosis deformans bei den Frauen feststellen. Da sonst im allgemeinen die Spondylosis deformans bei den Männern häufiger ist, vermutet er klimakterische und postklimakterische Einflüsse. Es ist denkbar, daß ähnliches für die Osteochondrose gilt. Allerdings geht aus einer Zusammenstellung HILDEBRANDTS über die Häufigkeit von Osteochondrose der Wirbelsäule ein stärkerer Osteochondrosebefall für die Frauen zwischen dem 41. und 60. Lebensjahr nicht hervor.

Die Tabellen 4 u. 5 und die Abb. 10 über Osteochondrose (dasselbe gilt für die Spondylosis), über die prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Veränderungen nach der Bandscheibenoperation ließen Altersverteilung,

Intervall und das Ausmaß der Operation unberücksichtigt. Lediglich die Geschlechtsverteilung wurde bei der summarischen Aufstellung der einzelnen Schweregrade an Osteochondrose und ihre prozentuale Zunahme nach der Operation herangezogen. Aus ihnen geht ebenfalls hervor, daß für eine weitere Differenzierung der osteochondrotischen Veränderungen und auch der Spondylosis das 3. Bewegungssegment unberücksichtigt bleiben kann.

Die durchschnittliche prozentuale Zunahme an osteochondrotischen Veränderungen nach der Operation am jeweilig betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten, in Relation zum sogenannten Intervall (Zeit nach der Operation) und zum Ausmaß der Operation enthalten die Abbildungen 11 - 14.

Da einerseits der Osteochondrose- und Spondylosebefall für Frauen und Männer in den Tab. 4,5,7 u. 8 und in den Abb. 10 und 15 differenziert wurde, daraus geschlechtlich gebundene Merkmale und Besonderheiten schon oben besprochen wurden, auf der anderen Seite wegen der relativ kleinen Anzahl an Nachuntersuchten (83 mit vollständigen Röntgenbildern) eine weitere Differenzierung durch Geschlechtsaufteilung ein jeweils zu kleines Zahlenmaterial ergeben hätte, blieb die Geschlechtsverteilung in den folgenden Tab. und Abb. unberücksichtigt.

I.2.c Prozentuale Zunahme in der Schwere osteochondrotischer Veränderungen am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten.

In unserem Nachuntersuchungsgut sind die Bandscheibenräume 4 und 5 sowie 4 und 5 zusammen am häufigsten operiert worden. Die prozentuale Zunahme an Osteochondrose in ihrer Beziehung zum betroffenen Segment und seinen Nachbarsegmenten ist aus der Abb. 11 ersichtlich. Für das operierte 4. Segment und für die Fälle, wo an

Z5 und Z4 operiert wurde, läßt sich eine eindeutige Zunahme ablesen. Die Zunahme für das 5. Segment ist scheinbar geringer. Die lumbosakrale Bandscheibe ist aber, wie bereits schon vorher erwähnt, am meisten von vornherein durch die Besonderheiten seines anatomischen Aufbaues dem größten Verschleiß unterworfen. Die Reaktionsbereitschaft ist hier früher als bei anderen Segmenten erschöpft, so daß eine weitere Zunahme an Osteochondrose nicht mehr möglich erscheint.

I.2.d Prozentuale Zunahme an Osteochondrose und Altersverteilung (Abb. 12).

Nach HILDEBRANDT beginnen im allgemeinen osteochondrotische Veränderungen mit dem 30. bis 40. Lebensjahr. Die größte Zunahme an schweren Lendenbandscheibenveränderungen erfolgt zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr. Die lumbosakrale Bandscheibe verschleißt früher und schneller. Die Männer sind im allgemeinen häufiger befallen, jedoch gleicht sich die Häufigkeit der Veränderungen beim weiblichen Geschlecht dem männlichen im fortgeschrittenen Alter an. Für das vorliegende Untersuchungsgut ist ein deutlicher Anstieg der prozentualen Zunahme an Osteochondrose für Z4 und Z5 bis zur Altersgruppe 30 bis 40 Lebensjahre ersichtlich. Auffällig ist weiterhin die Abnahme zur Altersgruppe 50 bis 60 Lebensjahre. Hierfür lassen sich folgende Erklärungen annehmen:

1. Die Zahl der untersuchten Fälle ist zu gering, um den Abfall zu sichern.

2. Es ist möglich, daß mit zunehmendem Alter die Reaktionsbereitschaft zu degenerativen Veränderungen gerade beim Bandscheibengeschädigten vorher erlahmt.

I.2.e Prozentuale Zunahme an Osteochondrose in Relation zum sogenannten Intervallalter (Abb. 13).

Deutlicher ist die prozentuale Zunahme der Osteochondrose, wenn man sie in Beziehung setzt zum ver-

strichenen Zeitraum nach der Operation (Intervall). Die Kurven für das 4. und 5. Segment weisen einen fast stetigen Anstieg auf.

I.2.f Osteochondrose und Ausmaß der Operation.

Die Abb. 14a und b lassen erkennen, daß das Ausmaß der Hemilaminektomie keinen Einfluß auf die Verteilung der einzelnen Schweregrade an Osteochondrose und auf die prozentuale Zunahme der osteochondrotischen Veränderungen hat.

I.3. Abmessungen an den unteren Bandscheibenräumen.

Bandscheibenraumverschmälerungen lassen sich gerade an der Lendenwirbelsäule schlecht beurteilen, da die lumbosakrale Bandscheibe im allgemeinen sowieso schmaler ist als die übrigen Lendenbandscheiben. Außerdem erschwert ihre Keilform, die häufigen Unschärfen und Projektionsfehler besonders am lumbosakralen Übergang vergleichende Abmessungen. So hat ALFRED aus diesem Grunde auf die Beurteilung der Bandscheibenverschmälerung für den 5. Bandscheibenraum verzichtet. Bei der Beurteilung der postoperativen Zunahme der übrigen Intervertebralraumverschmälerungen benutzt er folgende Einteilung:

eine Verschmälerung des Bandscheibenraumes um

1/3	bedeutet	= 1
2/3		= 2
3/3		= 3

Er fand eine Verschmälerung um 1/3 in 55 %, um 2/3 bei 15 % und um 3/3 bei 3 % der Fälle.

Bei den Abmessungen und Auswertungen der Bandscheibenraumverschmälerungen von unserem Untersuchungsgut mußte ebenfalls aus den schon oben erwähnten Gründen eine Ausmessung des lumbosakralen Bandscheibenraumes unterbleiben. Es wurden insgesamt 81 prae- und postoperative Röntgenbilder ausgemessen. Ein Bandscheiben-

raum galt als verschmälert, wenn er in mindestens 2 Messungen (s. Seite 33) eine Abnahme von wenigstens 2 mm gemessen wurde. In 45 % der Fälle konnte dabei für Z4 eine Verschmälerung im Schnitt von 3 - 6 mm (maximal 9 mm) festgestellt werden. Die durchschnittliche Bandscheibenbreite betrug 12 mm bei einer Streuung von 5 - 20 mm. In 15 % der Fälle ließ sich eine Verschmälerung im Schnitt von 3-5 mm für den 3. Bandscheibenraum nachweisen. Jedoch sind die Abmessungen von Zwischenwirbelräumen im Röntgenbild nur bedingt wegen der erheblichen Fehlerbreite und Unschärfe, Projektionsfehler und Qualitätsunterschiede des Bildmaterials verwertbar.

Eine Abhängigkeit zwischen Schweregrad der Osteochondrose und ihre prozentuale Zunahme nach der Operation und den Bandscheibenraumverschmälerungen ließ sich nicht feststellen.

Das sogenannte Vakuumphänomen, ein Zeichen, welches sich nach BROCHER bei Bandscheibenkranken mit jahrelang bestehenden Kreuz- und Ischiasbeschwerden im Röntgenbild öfter nachweisen lassen soll, konnten wir in unserem Bildmaterial nicht ein einziges Mal beobachten.

II. Spondylosis

Die spondylotischen Veränderungen bei Bandscheibenoperierten sind in den Abb. 15 - 19 und in den Tab. 7 und 8 in der gleichen Reihenfolge und Gliederung wie bei der Osteochondrose aufgeführt.

II.1.a Die Tab. 7 gibt die Häufigkeit und Verteilung der einzelnen Schweregrade der Spondylose vor und nach der Operation in Prozent wieder. Auch hier sind in der Häufigkeitsverteilung keine wesentlichen Unterschiede feststellbar, dafür beträchtliche Schwankungen hinsichtlich der Verteilung der Schweregrade.

In den Röntgenbildern vor der Operation scheint die Spondylosis deformans in dem 3., 4. und 5. Bewegungssegment bei den Frauen zu überwiegen.

II.1.b Die gesamte prozentuale Zunahme der spondylotischen Schweregrade nach der Operation.(Tab.8,Abb.15)

Die prozentuale Zunahme an Spondylosis deformans nach der Operation beträgt bei den Männern für das 5. Segment fast 90 %. Dieser ungewöhnlich hohe Prozentsatz und die Lokalisation sind bemerkenswert. Es kann sich einmal um ein rein zufälliges Ergebnis handeln. Andererseits kann man darin einen Ausdruck reparativer Abstützungsvorgänge sehen, weil dieses Segment schicksalsmäßig von vornherein einem starken Verschleiß unterworfen ist. Hinzu kommt der besonders hohe Osteochondrosebefall und die Häufigkeit der operierten Bandscheibenvorfälle an Z5 im vorliegenden Untersuchungsgut bei den Männern.

Einerseits läßt sich anhand der Abb. 15 eine deutliche Zunahme der Prozentzahl an spondylotischen Veränderungen bei den Männern feststellen, andererseits finden sich die einzelnen Schweregrade an spondylotischen Veränderungen häufiger bei den Frauen vor der Operation(Tab. 7). Es erhebt sich die Frage, ob diese Zunahme darauf hindeutet, daß bei den Frauen eine verbrauchte Reaktionsbereitschaft auf Spondylosis deformans vorliegt bzw. die osteochondrotischen Veränderungen auf die Bandscheibenoperationen hin im Vordergrund stand. Möglicherweise stehen auch andere auslösende Faktoren, wie z.B. Infekte oder Traumen bei den Männern dahinter.

II.1.c Prozentuale Zunahme spondylotischer Schweregrade am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten.

Beim Vergleich der Abb. 11 und 16 ergibt sich für die Spondylosis deformans im Hinblick auf prozentuale Zunahme keine strenge Segmentbeziehung.

II.1.d Zunahme an Spondylosis deformans und Altersverteilung

Über die Häufigkeit der Spondylosis deformans bei den Männern und Frauen in den verschiedenen Lebensaltern veröffentlichten SCHMORL und JUNGHANNS. Ihre Untersuchungen stützen sich dabei auf Wirbelsäulenpräparate.

FEISTMANN-LUTTERBECK hat unter 1.250 Röntgenbildern 429 auf den Nebenbefund einer Spondylosis deformans hin untersucht und in Altersgruppen ausgewertet. Er fand, daß die Spondylosis deformans im Röntgenbild zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr bedeutend niedriger ist, als von anatomischer Seite (SCHMORL und JUNGHANNS) angegeben wird. Männer sind an der Spondylose nur mit rund 4 % mehr beteiligt als Frauen. Auch SCHMORL und JUNGHANNS hatten in ihren anatomischen Untersuchungen festgestellt, daß die Häufigkeit der Spondylosis deformans bei den Frauen nur wenig hinter der bei den Männern zurücksteht.

Der Kurvenverlauf der Abb. 17 über die prozentuale Zunahme an spondylotischen Veränderungen nach Bandscheibenoperationen in Relation zum Alter weist eine stetige Zunahme, wie sie für die Osteochondrose gefunden werden konnte, n i c h t auf.

II.1.e Zunahme an Spondylosis deformans und Intervallalter.

Hingegen nimmt die Spondylosis deformans nach der Operation in Beziehung zum sogenannten Intervallalter nach der Abb. 18 zumindest am 5. Segment stetig zu. Der Kurvenverlauf jedoch für das Intervall 6 - 9 Jahre nach der Operation ist wegen der geringen Anzahl der Fälle unsicher.

II.1.f Spondylose und Ausmaß der Operation.

Das Ausmaß der Hemilaminektomie hat auch auf die einzelnen Schweregrade und prozentuale Zunahme der Spondylosis deformans ebenfalls keinerlei Einfluß.

Sogenannte sciatics hooks, die BROCHER als Spätzeichen bei Bandscheibenvorfällen bezeichnet und die nach ihm ziemlich oft vorkommen sollen, konnten wir in 10 Fällen (11 %) nachweisen. Sieben davon fanden sich am 4. Lendenwirbelkörper.

Aus den bisherigen Tabellen und Abbildungen ist ersichtlich, daß die Spondylosis deformans und Osteochondrose, obwohl beide nach den bisherigen Auffassungen in der Degeneration der Bandscheibe ihre Ursache haben, hinsichtlich der Verteilung auf die einzelnen Bewegungssegmente und in der prozentualen Zunahme nach der Operation keine strenge Parallelität und Beziehung aufweisen.

Für die vergleichende Beurteilung von Spondylosis deformans und Osteochondrose vor und nach der Bandscheibenoperation stand in 83 von 97 Fällen ausreichendes Röntgenbildmaterial zur Verfügung.
Für die Beurteilung der röntgenologischen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken jedoch fehlten bis auf 6 Fälle die entsprechenden Röntgenaufnahmen aus der Zeit vor der Operation. Zur Auswertung gelangten 95 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigten Schrägaufnahmen der Wirbelgelenke.

Als degenerative Veränderungen wurden hauptsächlich die subchondrale Randsklerose und die Osteophytenbildungen an den Wirbelgelenkfortsätzen berücksichtigt. Inkongruenz und Verschmälerung lassen sich durch Unschärfen und durch Projektionsfehler nicht so sicher beurteilen. Zum anderen können sie auch durchaus vorgetäuscht werden durch eine andere Stellung der Gelenkflächen, denn nicht alle Wirbelgelenke liegen in der schematisch angegebenen Neigung von 45° zur Sagittalebene.

III.1. Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke.

Die prozentuale Häufigkeit und Verteilung der gesamten degenerativen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken:

Die Tab. 9 gibt die gesamten degenerativen Veränderungen der Zwischenwirbelgelenke in ihrer Häufigkeit und Verteilung wieder.
Der sehr hohe Arthrosisbefall des 5. Bewegungssegmentes ist auffällig. Er gelangt besonders im Querschnitt (Sklerose - Osteophyten - Gelenkspaltverschmälerung - Inkongruenz) gut zur Darstellung. Die Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke vom letzten Bewegungssegment muß besonders stark ausfallen. Einmal wegen der enorm statischen Belastung des 5. Lendenwirbelkörpers, zweitens wegen der asymmetrischen Gelenkstellungen, die für dieses Bewegungssegment gerade die Regel sind. Drittens sind von den 4 Gelenkfortsätzen die der Sakralseite fest und unbeweglich.

III.2.a Sklerose und Osteophyten am betroffenen Segment und an seinen Nachbarsegmenten.

Die Beziehung von degenerativen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken (Osteophyten, Sklerose) zum betroffenen Segment und seinen Nachbarsegmenten ist aus der Abb. 20 ersichtlich. Je nachdem ob die 4. Bandscheibe allein oder Vorfälle bzw. Protrusionen bei 4 und 5 gefunden wurden oder ob die 5. Bandscheibe betroffen war, läßt sich eindeutig gegenüber den anderen Segmenten der vermehrte Befall an degenerativen Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke für das 5. Bewegungssegment ersehen. Der relativ hohe Befall an Sklerose und Osteophyten bei dem betroffenen Segment 4 bzw. 4 und 5 ist praktisch Ausdruck der natürlichen Verschleißerscheinung.

Der noch höhere Befall für das betroffene 5. Lumbalsegment läßt vermuten, daß er an eine entsprechend

starke Osteochondrosis für dieses Segment gebunden ist. Für den relativ hohen Osteophytenindex an der 4. Lendenbandscheibe läßt sich keine Erklärung finden. Er muß als Zufallsbefund gedeutet werden.

Über die degenerativen Veränderungen (Sklerose und Osteophytenbildung) an den Wirbelgelenken in den verschiedenen Altersstufen hat GÜNZ in mikroskopischen, makroskopischen und röntgenologischen Untersuchungen gearbeitet. Er fand degenerative Veränderungen an diesen Gelenken schon mit dem 30. Lebensjahr. Sie nehmen mit steigendem Lebensalter an Häufigkeit und Schwere steil zu.

III.2.b Die prozentuale Häufigkeit der gesamten degenerativen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken in Relation zur Altersverteilung.

In der Abb. 21 ist der Kurvenverlauf für die Altersgruppe unter 30 Jahren und über 60 Jahren wegen der geringen Anzahl der Fälle unsicher. Es fällt auf, daß die Altersgruppe zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr im 4. und 5. Bewegungssegment stärker betroffen ist. Der gering stärkere Befall dieser Altersgruppe gegenüber den anderen Altersstufen kann noch im Bereich der Fehlerbreite der Methodik liegen. Andererseits kann man diskutieren, daß gerade in dieser Altersgruppe die Fähigkeit, entsprechend mit degenerativen Veränderungen auf vermehrte Osteochondrose im Bewegungssegment zu reagieren, am stärksten ausgeprägt ist, um dann zu den höheren Altersstufen hin in ihrer Reaktionspotenz abzunehmen.

III.2.c Häufigkeit und Verteilung von Sklerose und Osteophytenbildung in Relation zum sog. Intervallalter.

Legt man als Beziehungspunkt den seit der Operation verstrichenen Zeitraum (Intervall) zugrunde, so ergeben sich im Hinblick auf den Schweregrad der Sklerose und der Osteophytenbildung keine deutlichen Unterschiede innerhalb der einzelnen Intervalle (Abb.22).

Die Abstandsminderung im Intervertebralraum, d.h. die Chondrosis oder die Osteochondrosis, führt nach KELLER und anderen zu einer abnormen Beweglichkeit im Bewegungssegment und konsekutiv zu schweren arthrotischen Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken. Diese Annahme ist bisher, soweit sich das reichhaltige Schrifttum darüber noch überschauen läßt, in größeren Reihenuntersuchungen noch nicht bestätigt worden. In pathologisch-anatomischen Untersuchungen konnte GÜNZ anhand von 80 mazerierten Wirbelsäulen und 56 frisch der Leiche entnommenen Wirbelsäulen einen derartigen Zusammenhang verifizieren.

Unsere Röntgenuntersuchungen erbrachten ebenfalls einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Osteochondrosis höheren Grades (über 2) auf der einen Seite und Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke auf der anderen Seite in 75 %.

IV. Degenerative Veränderungen an den Dornfortsätzen.

Aus der Tab. 10 ist die relativ hohe Häufigkeit der Osteoarthrosis interspinosa bei den Frauen mit 33 % gegenüber den Männern mit 17 % auffällig. BACHMANN berichtet über 70 Patienten mit Kreuzschmerzen, wo er in 27 % der Fälle erhebliche Veränderungen im Sinne einer Osteoarthrosis interspinosa (morbus BAASTRUP) im Röntgenbild finden konnte. Die osteoarthrotischen Veränderungen an den Dornfortsätzen im vorliegenden Untersuchungsgut wurden hinsichtlich der Schweregrade und der einzelnen Variationen nicht weiter differenziert. In der Lendenwirbelsäule läßt sich die Osteoarthrosis interspinosa nach SUTTER am häufigsten bei L4 finden. Auch in unserem Untersuchungsgut war L4 am meisten betroffen.

V. Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia (Tab.11)

Gerade der lumbosakrale Übergangsbereich wird statisch und auch mechanisch sehr stark beansprucht. Die beginnende Verknöcherung der Ligamenta iliolumbalia ist dafür u.a. ein indirekter Hinweis.

Unter 2.834 Röntgenaufnahmen der LWS fand A.D.COTTA in 157 Fällen (5,5 %) pathologische Veränderungen im Sinne von Verkalkungen und von Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia. In 83 % ließ sich dabei eine deutliche Abhängigkeit der degenerativen Veränderungen des lumbosakralen Überganges nachweisen.

Im vorliegenden Untersuchungsgut fanden sich von 95 ausgewerteten Fällen in 41 % deutliche, meist doppelseitig gelegene Verknöcherungen der Ansatzstellen der Ligamenta iliolumbalia an den Cristae iliacae. Der jeweilige Grad der Osteochondrose und Spondylose war mittel- bis schwergradig.

Bei 14 Dorsaldislokationen (L4 oder L5) ließen sich 9 mal Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia beobachten. Gerade die relative Häufigkeit von Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia bei Dorsaldislokationen kann als weiterer Beweis dafür angesehen werden, daß die Verknöcherung bzw. die Verkalkung dieser Ligamenta kein üblicher, altersmäßig bedingter Degenerationsprozeß ist, sondern reaktiv zur Abstützung auf die Gefügelockerung des 4. oder des 5. Lumbalsegmentes entsteht.

VI. Wirbelverschiebungen (Tab. 12).

Über die Wirbelkörperverschiebungen im allgemeinen berichten STOLZE und LESSMANN, die eine größere Anzahl von Patienten (1.021) mit lumbalgiformen Beschwerden klinisch und röntgenologisch untersuchten. Sie fanden durchschnittlich in 123 Fällen (12 %) ei-

ne Dorsaldislokation. Die Wirbelverschiebung nach vorn war seltener und betrug 4 % (41 Fälle).

Hinsichtlich der Altersverteilung konnten die Autoren für die Häufigkeit der dorsalen Wirbelverschiebungen eine ähnliche Zunahme wie für die altersmäßig bedingten degenerativen Veränderungen der LWS nicht beobachten.

WELLAUER fand bei 332 Bandscheibenoperierten (mit operativ gesicherter Discushernie) in 105 Fällen (32 %) Dorsaldislokationen. In 72 Fällen ergab sich eine Übereinstimmung zwischen Höhe der gefundenen Discushernie und des darüber nach dorsal verschobenen Wirbelkörpers. Die häufigsten Dorsaldislokationen beobachtete er bei L4 (43) und bei L5 (56).

In unserem Krankengut konnten wir in 14 Fällen (17%) eine Dorsaldislokation nachweisen. Davon 7 bei L5 und 6 bei L4, 1 bei L3.

Die Diskrepanz der Befunde ist auffällig. Wegen des größeren Untersuchungsgutes ist die Angabe von WELLAUER über die Häufigkeit von Dorsaldislokationen bei Bandscheibenoperierten wahrscheinlicher. Eine andere Erklärung dafür liegt in der unterschiedlichen Weise der Ausmessung. Während WELLAUER schon Verschiebungen von Wirbelkörpern um 1 mm rückwärts als Dorsaldislokation ansieht, war für uns das Vorliegen einer Dorsaldislokation erst bei mindestens 2 mm gesichert. Der Osteochondrosegrad der betroffenen Segmente war mit 1,5 - 2 noch als durchschnittlich zu bezeichnen.

Eine stärkere Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke, wie man sie bei einer derartigen Wirbelkörperverschiebung (Gefügelockerung) erwarten dürfte, ließ sich für die relativ wenigen Fälle, die hier festgestellt werden konnten, nicht sichern.

VII. Formstörungen (Tab. 13).

In 55 % der Fälle bestand eine abnorme Gradstellung der Lendenwirbelsäule im Röntgenbild vor und nach der Operation. WELLAUER fand in seinem Material eine solche Änderung 288 mal (81 %). Er berücksichtigt dabei auch Fälle, wo die LWS-Lordose verstrichen ist, während bei den Röntgenbildern der vorliegenden Arbeit nur die abnorme Gradhaltung (LWS völlig gestrecht) Beachtung fand. Die verstrichene Lendenlordose bzw. die Kyphosierung ist Ausdruck einer gestörten LWS-Statik. Sie beginnt im allgemeinen mit einer Gefügelockerung in den einzelnen Segmenten. Die Lageabweichung im vorderen Segmentanteil wirkt sich zwangsläufig nach hinten in verstärktem Maß auf die Wirbelgelenke aus. Von den 33 mit abnormer Gradhaltung (55 %) ließen sich in 21 Fällen (66 %) arthrotische Veränderungen stärkeren Ausmaßes feststellen. Klinisch war die Kyphosierung insgesamt in 94 % eingeschränkt.

16 mal (19 %) bestand eine kurzbogige linkskonvexe und 15 mal (18 %) eine rechtskonvexe Skoliose im prae- und postoperativen Röntgenbild. Die Skoliosen wiesen sämtlich bis auf zwei einen Scheitelpunkt im 3. LWK auf. Der Krümmungsradius war jeweils nur gering. Die Schweregrade für die osteochondrotischen, spondylotischen und arthrotischen Veränderungen der Wirbelgelenke waren in den betreffenden Fällen durchschnittlich.

VIII. Übergangsstörungen.

Während WEIGERT und HIPP in ihrer Arbeit über Haltungsstörungen und röntgenologische Veränderungen an der LWS beim Bandscheibenschaden in 19 % der Fälle bei den Bandscheibenoperierten Übergangsstörungen feststellten, lag in unserem Untersuchungsgut nur in 6 % der Fälle eine Übergangsstörung vor.

Der Osteochondrosebefall bei diesen Übergangsstörungen war erwartungsgemäß sehr hoch und betrug zwischen 2 und 3.

IX. Fehlbildungen der LWS.

An Fehlbildungen der LWS ließ sich bei der Durchsicht von 95 Röntgenbildern dieser Untersuchungsgruppe lediglich 9 mal eine Fugenbildung in den Wirbelbögen der Lenden- Kreuzbeingegend beobachten. Sie sind gerade in diesem Bereich relativ zahlreich. Die durchschnittliche Häufigkeit (zit. nach SCHMORL und JUNGHANNS) liegt zwischen 10 - 24 %.

Wegen der auffallend hohen Häufigkeit von lumbalgiformen Beschwerden, die die Patienten angaben (55 % ständig, 38 % gelegentlich), erschien es zweckmäßig, die degenerativen Veränderungen im Röntgenbild wie Spondylosis deformans und Osteochondrosis sowie Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke in ihrer Beziehung zum subjektiven Beschwerdegrad zu überprüfen. Spondylosis deformans und Osteochondrosis sind oft ohne klinische Symptome. Ihnen wird nur geringer Krankheitswert zugemessen. Anders verhält es sich dagegen mit den kleinen Wirbelgelenken. Sie sind nach KELLER oft die Ursache des Schmerzgeschehens bei Lumbago. Dieser Auffassung kann anhand der Abb. 23 nur zugestimmt werden.

Auch die Einschränkung der Hyperlordosierung, die klinisch insgesamt in 80 % bestand, kann vermutlich in hohem Maße den arthrotisch veränderten Zwischenwirbelgelenken angelastet werden.

9.0 Zusammenfassung

In der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin wurden in der Zeit von 1956 bis 1965 184 Patienten wegen eines Bandscheibenvorfalles hemilaminektomiert.

Davon folgten 97 der Aufforderung zur klinischen und röntgenologischen Nachuntersuchung.

Von 95 Patienten wurden von der LWS Übersichtsaufnahmen in beiden Ebenen und Schrägaufnahmen der Wirbelgelenke angefertigt.

Bei 83 von 97 Patienten waren entsprechend verwertbare Übersichtsaufnahmen der Lendenwirbelsäule aus der Zeit vor der Operation vorhanden. Dementsprechende Schrägaufnahmen der kleinen Wirbelgelenke lagen nur in 6 Fällen vor.

Die katamnestischen, klinischen und röntgenologischen Nachuntersuchungen einschließlich der Abmessungen der Bandscheibenräume wurden nach einem vorher festgelegten Verfahren ausgewertet.

Die Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchungen wurden zunächst nach Häufigkeit und Zunahme degenerativer Veränderungen aufgeschlüsselt. Sie wurden weiterhin entsprechend der Alters- und Intervallaltersverteilung sowie nach dem Ausmaß der Operation ausgewertet.

Die Befragungen ergaben, daß mit dem Operationsergebnis 36 % sehr zufrieden und 52 % zufrieden waren.

34 % gaben gelegentliche, 49 % ständige lumbalgiforme Beschwerden an. In 74 % bestanden gleichzeitig ischialgiforme Beschwerden.

Klinisch fand sich in 94 % eine Einschränkung der Kyphosierung. In 80 % war die Hyperlordosierung eingeschränkt.

Unter den neurologischen Befunden ist in der Reihenfolge ihrer relativen Häufigkeit, die Abschwächung (bzw. der Ausfall) des ASR links zu 43 %, die Abschwächung des Extensor hallucis longus links zu 38 % und ein positives Lasèque'sches Phänomen links in 29 % hervorzuheben.

Nach dem Thema der Arbeit stehen die Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchungen im Vordergrund.

Es lassen sich zunächst folgende allgemeine Feststellungen treffen:

Die Häufigkeit an Osteochondrosis und Spondylosis deformans der letzten 3 Lumbalsegmente ist überdurchschnittlich hoch und bezeichnend für das vorliegende Untersuchungsgut.

Die Häufigkeitsverteilung der Osteochondrosis und Spondylosis unabhängig von den Schweregraden variiert in den Röntgenbildern vor und nach der Operation nur wenig.

Durch die beträchtliche Zunahme osteochondrotischer und spondylotischer Veränderungen nach der Operation weist dagegen die Verteilung der einzelnen Schweregrade erhebliche Verlagerungen auf.

Nach der Operation reagieren die Männer mehr mit der Zunahme spondylotischer Veränderungen, während bei den Frauen die Zunahme der Osteochondrosis überwiegt.

Zwischen der Osteochondrosis und der Spondylosis besteht bezüglich der Häufigkeit, der Verteilung, der Lokalisation, der Altersverteilung und der Zunahme keine strenge Parallelität.

Die kleinen Wirbelgelenke erschienen auffallend häufig arthrotisch verändert. Erwartungsgemäß waren die Intervertebralgelenke bei L4 und L5 besonders stark und oft betroffen, wobei keine geschlechtlich gebundenen Unterschiede vorlagen.

Eine Übereinstimmung zwischen Arthrosis stärkeren Ausmaßes an den Zwischenwirbelgelenken und Osteochondrosis höheren Schweregrades ergab sich in 75 %.

Das Ausmaß der Hemilaminektomie hat weder auf die Verteilung der einzelnen Schweregrade noch auf die Zunahme der Osteochondrosis, der Spondylosis und der Arthrosis der kleinen Wirbelgelenke einen Einfluß.

Spondylosis deformans, Osteochondrosis und Arthrosis der Wirbelgelenke von jeweils höherem Schweregrad u n d erhebliche Kreuzschmerzen wiesen für die Arthrosis der Wirbelgelenke die höchste Übereinstimmung (75 %) auf.

Degenerative Veränderungen an der Lendenwirbelsäule im Röntgenbild waren bei den Frauen im allgemeinen häufiger anzutreffen.

Die Ausmessungen der Zwischenwirbelräume der unteren Lendensegmente ist nicht ergiebig. Wegen anatomischer Besonderheiten und seiner ungünstigen Darstellung im Röntgenbild entfällt die Ausmessung des 5. Bandscheibenraumes, die des 4. ist durch Unschärfen, Projektionsfehler und Qualitätsunterschiede des Röntgenmaterials mit einer erheblichen Fehlerbreite behaftet.

Diese allgemeinen Feststellungen erfahren im einzelnen ihre Vollständigkeit durch folgende Ergebnisse:

1. Die Häufigkeit der Osteochondrose unabhängig vom Schweregrad betrug durchschnittlich für L5 90 %, für L4 85 % und für L3 49 %.

2. Die Schwere osteochondrotischer Veränderungen nahm bei L5 um 70 %, bei L4 um 50 % und bei L3 durchschnittlich um 45 % zu. Die Zunahme von 80 % am 4. Segment bei den weiblichen Patienten ist auffällig. An diesem Segment sind allein bei den Frauen 53 % der Bandscheibenvorfälle operiert worden.

3. Eine eindeutige Zunahme osteochondrotischer Veränderungen ergab sich für das jeweilig betroffene (operierte) Segment, mit steigendem Lebensalter und in Relation zum sogenannten Intervall.

4. Eine abnorme Gradhaltung der Lendenwirbelsäule im seitlichen Bild vor und nach der Operation konnte in 55 % beobachtet werden. In 70 % lag dabei eine stärkere Osteochondrosis vor.

5. Der Nachweis des sogenannten Vakuumphänomens gelang in keinem Fall.

6. Die durchschnittliche Häufigkeit an Spondylosis betrug für das 5. Lumbalsegment 35 %, für das 4. 65 % und für das 3. 35 %.

7. Die Schwere spondylotischer Veränderungen nahm bei L5 um 70 %, bei L4 um 66 % und bei L3 um 50 % durchschnittlich zu. Die starke Zunahme von 90 % für L5 bei den Männern ist erwähnenswert.

   Die Zunahme mit steigendem Lebensalter und in Beziehung zum sogenannten Intervall und zum betroffenen Segment ist nicht so eindeutig wie bei der Osteochondrosis.

8. Sogenannte sciatic hooks ließen sich in 11 % nachweisen.

9. In 23 % lag eine Osteoarthrosis interspinosa vor. Die Frauen waren mit 33 % häufiger befallen.

10. Beginnende Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia bestanden in 41 %. Auch hier waren die Frauen mit 25 % häufiger betroffen.

11. In 20 % wurden Dislokationen von Wirbelkörpern beobachtet. 17 % davon waren Dorsaldislokationen.

12. In 6 Fällen gelangten Übergangsstörungen (praesakrale Übergangswirbel) zur Darstellung.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden besonders hinsichtlich der röntgenologischen Befunde nach einer vorgegebenen Gliederung diskutiert.

10.0 Literaturverzeichnis

ALBRECHT, K.

Über den Nucleus-pulposus-Prolaps unter besonderer Berücksichtigung der Spätergebnisse.
Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 268, 462 (1951).

ALFRED, K. S.

Chirurgische Behandlung vorgefallener lumbaler Bandscheiben (Nachuntersuchung an 130 Kranken ohne Wirbelverblockung).
Amer. J. Surg. 81, 390 (1951).

ALLERS, D.: zit. nach Brocher

BACHMANN, R.

Über die osteoarthrotischen Formveränderungen an den Dornfortsätzen der Lendenwirbelsäule.
Arch. orthop. u. Unf. Chir. 48, 171 (1956).

BÄRTSCHI-ROCHAIX, W.

Die Diagnose lumbaler Bandscheibenprolapse und verwandter Zustände.
Schweiz. Med. Wschr., 72, 729 (1942).

BEGG, A. C., FALCONER, M. A., McGEORGE, M.

Myelography in lumbar intervertebral disk lesions.
Brit. J. Surg., 34, 141 (1946).

BONNER u. SCHMIDT: zit. nach Matzen.

BRADFORD, F. K. u. SPURLING, R.G.

Die Bandscheibe.
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1950.

BROCHER, J. E. W.

Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose.
Thieme Verlag Stuttgart, 1966.

BROCHER, J. E. W.

Lumbago und Ischias. Eine pathologische Studie.
Zschr. klin. Med. 130, 575 (1936).

BRÜGGER, A.

Über vertebrale, radikuläre und pseudoradikuläre Syndrome. Teil I.
Acta rheumatologica. 18, Geigy, Basel, 1960.

BURKART, W.

Erfahrungen mit der konservativen und operativen Behandlung des lumbalen Bandscheibenprolapses.
Chirurg 30, 540 (1959).

BAKKE, S. N.

Röntgenologische Beobachtungen über die Bewegungen der Wirbelsäule.
Acta radiol. (Stockh.), Suppl. 13,1 (1931).

CLOWARD, R. P.

The clinical significance of the sinu-vertebrale nerve of the cervikal spine in relation to the cervikal disk syndrome.
J. Neurol., Neurosurg. & Psychiat. 23, 321 (1960).

COTTA, A. D.

Ein Beitrag zur Verkalkung des Ligamentum ilio-lumbale.
Diss., Berlin, 1964.

DANDY, W. E.

Recent advances in diagnosis and treatment of ruptured intervertebral disks.
Ann. Surg., 115, 514 (1942).

DECKER, H. G. u. SHAPIRO, S. W.

Herniated lumbar intervertebral disks. Result of surgical treatment without the routine use of spinal fusion.
Arch. Surg., 75, 77 (1957).

DIEMATH, H. E. u. HEPPNER, F.

Spätergebnisse u. Verlaufskontrollen nach lumbalen Discusoperationen.
Med. Klin., 29, 1263 (1958).

DITTMAR, O.

Halbseitige Aufnahme des Lendenwirbel- Kreuzbein-abschnittes.
Fortschr. Röntgenschr., 40, 99 (1929).

DÖRR, W. M.

Über die Anatomie der Wirbelgelenke.
Arch. orthop. Unf. Chir., 50, 223 (1958).

DUBS, R.

Beitrag zur Anatomie der Lumbosacralregion unter besonderer Berücksichtigung der Discushernie.
Diss. Zürich, 1948.

ERDMANN, H.

Die Knochenleeraufnahme des letzten Bandscheibenraumes.
Chirurg 2, 62 (1951).

ERDMANN, H.
Endogene Ursachen bei der Wirbelsäulen-Osteochondrose des Lendenabschnittes.
Arch. orthop. Unf. Chir., 45, 415 (1953).

EMMINGER, E.

Anatomie und Pathologie des Bewegungssegmentes der Wirbelsäule.
Referatenband III/ 1958 Hippokrates Verlag Stuttgart.

EYRE-BROOK, A. L.

A study of late results from disk operations.
Brit. J. Surg., 39, 289 (1952).

FEISTMANN-LUTTERBECK, E.

Die Altersverteilung der Spondylosis deformans nach dem Röntgenbild und ihre Bedeutung für die Unfallbegutachtung.
Radiol. clin., 9, 55 (1940).

FRIBERG, St. u. HIRSCH, C.

Anatomical and clinical studies on lumbar disc degeneration.
Acta orthop. Scand. 19, 222 (1949).

GÜNTZ, E.

Kritische Bemerkungen zum Problem der statischen und funktionellen Störungen der Wirbelsäule.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 1, 126
Hippokrates Verlag Stuttgart 1956.

GÜNTZ, E.

Nichtentzündliche Wirbelsäulenerkrankungen.
Handbuch der Orthopädie Bd. II (1958).

GÜNTZ, E.

Die Erkrankungen der Zwischenwirbelgelenke.
Arch. orthop. Unf. Chir. 34, 333 (1934).

HILDEBRANDT, H.

Über Osteochondrosis im Bereich der Wirbelsäule.
Fortschr. Röntgenstr. 47, 551 (1933).

HIPP, E.

Diagnostische Überlegungen bei Kreuz- u. Ischiasschmerzen nach Bandscheibenoperation.
Zschr. Orthop. 94, 51 (1961).

HOHL, K.

Die Abnützung der Wirbelsäule.
Radiol. clin. 27, 365 (1958).

JANTSCHEW, W., JORDANOW, E., PAWLOWA, M. u. KUNTSCHEW, J.

Über die Bedeutung vonAlter und Geschlecht für die Entwicklung der Spondylosis deformans.
Zschr. Inn. Med. 18, 789 (1963).

JUNG, A., and BRUNSCHWIG, A. : zit. nach Bradford and Spurling.

JUNGHANNS, H.

Die anatomischen Besonderheiten des fünften Lendenwirbelkörpers und der letzten Bandscheibe.
Arch. orthop. Unf. Chir. 33, 2 (1933).

JUNGHANNS, H.

Die funktionelle Pathologie der Zwischenwirbelscheiben als Grundlage für klinische Betrachtungen.
Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 267, 393 (1951).

JUNGHANNS, H.

Die Verletzung der Zwischenwirbelscheiben und ihre Folgen.
Mschr. Unfallheilk. 54, 97 (1951).

KELLER, G.

Die Arthrose der Wirbelgelenke in ihrer Beziehung zum Rückenschmerz.
Zschr. Orthop. 91, 538 (1959).

KELLER, G.

Überlastungsschäden an den kleinen Wirbelgelenken.
Zschr. Orthop. 90, 458 (1958).

KELLER, G.

Die Bedeutung der Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken als Ursache des lokalen Rückenschmerzes.
I Auswertung der klinisch-röntgenologischen Befunde.
Zschr. Orthop. 83, 219 (1957).

KEYES, D. C.,and COMPERE, E. L.

The normal and pathological physiology of the nucleus pulposus of the intervertebral disc.
J. Bone & Joint Surg. 14, 897 (1932).

KOVACZ, A.

X-Ray examination of the lowermost lumbal root.
Acta clinica 19, 6 (1950).

KNUTSSON, F.

The vacuum phenomenon in the intervertebral discs.
Acta radiol. 23, 173 (1942).

KRAYENBÜHL, H., WYSS, Th., ULRICH, S.P.

Bandscheibenschäden durch Leibesübungen und ihre Verhütung.
Sportarzt u. Sportmed. 2, 51 (1967).

KRÖCKER, P.

Sichtbare Rißbildungen in den Bandscheiben der Wirbelsäule.
Fortschr. Röntgenstr. 72, 1 (1949).

KUHLENDAHL, H.

Die operative Behandlung der Wurzelkompressionssyndrome.
Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 267, 438 (1951).

KUHLENDAHL, H.

Über die Beziehungen zwischen anatomischer und funktioneller Läsion der lumbalen Zwischenwirbelscheiben und den klinischen Erscheinungsbildern der Kreuzschmerzen und der Ischialgien.
Ärztl. Wschr. 5, 281 u. 307 (1950).

KUHLENDAHL, H. u. HENSELL, V.

Indikation und Ergebnisse der operativen Behandlung des lumbalen Bandscheibenprolapses.
Dtsch. med. Wschr. 6, 165 (1951).

LANGE, M.

Die Wirbelgelenke.
F. Enke Verlag Stuttgart, 1936.

LANGE, M.: zit. nach Weigert u. Hipp.

LARCHER, F.

Beitrag zur Entwicklung der Lendenwirbelsäule beim Menschen.
Diss., Zürich, 1947.

LINDBLOM, K.: zit. nach Weigert u. Hipp.

LINDEMANN, K. u. KUHLENDAHL, H.

Die Erkrankungen der Wirbelsäule.
F. Enke Verlag Stuttgart, 1953.

LOB, A.: zit. nach Schmorl u. Junghanns.

LOVE, J. G.

Protruded intervertebral disks with a note regarding hypertrophy of Ligg. flava.
J.A.M.A. 113, 2029 (1939).

MATTHIASH, H.-H.

Arbeitshaltung und Bandscheibenbelastung.
Arch. orthop. Unf. Chir. 48, 147 (1956).

MARDERSTEIG, K.

Spaltbildungen in den Zwischenwirbelscheiben im Röntgenbild.
Fortschr. Röntgenstr. 52, 278 (1935).

MATZEN, P. F.

Lehrbuch der Orthopädie (Teil II).
VEB Verlag Volk u. Gesundheit Berlin, 1967.

MURALT, v.: zit. nach Weigert u. Hipp.

PENNYBACKER, J. B.

Die chirurgische Behandlung der Ischias.
Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 267, 463 (1951).

PENZHOLZ, H.

Endergebnisse der operativen und konservativen Behandlung der Ischialgien bei Bandscheibenprolaps.
Bericht über 128 Fälle.
Nervenarzt 12, 441 (1951).

RATHKE, F. W.

Ergebnisse konservativer und operativer Behandlung beim lumbalen Bandscheibenvorfall.
Zschr. orthop. 87, 575 (1956).

REISCHAUER, F.

Lumbago, Ischialgie und Brachialgie in ihrer Beziehung zur Bandscheibe.
Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 267, 418 (1951).

REISCHAUER, F.

Untersuchungen über den lumbalen und cervikalen Wirbelbandscheibenvorfall.
Thieme Verlag Stuttgart, 1949.

RETTIG, H.

Patho-Physiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule und des Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeinüberganges.
Habil.schr., Berlin 1952.

ROOFE, P. G.

Innervation of anulus fibrosus and posterior longitudinal ligament; fourth and fith lumbar level.
Arch. Neurol. & Psychiat. 44, 100 (1940).

SMYTH, M. J.,and WRIGHT, V.

Sciatica and the intervertebral disk.
J. Bone Surg. 40a, 1401 (1958).

SCHMORL, G. u. JUNGHANNS, H.

Die gesunde und die kranke Wirbelsäule im Röntgenbild.
Thieme Verlag Stuttgart, 1957.

SCHMORL, G.

Über die pathologische Anatomie der Wirbelbandscheiben.
Bruns Beitr. 151, 360 (1931).

SCHMORL, G.

Über Verlagerung von Bandscheibengewebe und ihre Folgen.
Arch. f. klin. Chir. 172, 240 (1932).

SCHLIACK, H.

Zur Segmentdiagnostik der Muskulatur bei lumbalen Bandscheibenvorfällen.
Nervenarzt 26, 471 (1955).

SCHMINCKE und SANTO: zit. nach Zukschwerdt, EMMINGER, Biedermann, Zettel.

SCHRADER, E.: zit. nach Schmorl u. Junghanns.

SANTO, E.: zit. nach Zukschwerdt, Emminger, Biedermann, Zettel.

STOLZE, Th. u. LESSMANN, W.

Über klinische und röntgenologische Beobachtungen an 1021 Lendenwirbelsäulen mit besonderem Hinweis auf Wirbelkörperverschiebungen.
Zschr. inn. Med. II, 21, 967 (1956).

SUTTER, M.

Untersuchungen zur Frage der röntgenologischen Dornfortsatz- u. Interspinalraumveränderungen der Lendenwirbelsäule.
Zschr. Rheumaforschung 22, 350 (1963).

TANERII, Z. u. UMBACH, W.

Ergebnisse operativer und konservativer behandelter lumbaler Bandscheibenvorfälle unter besonderer Berücksichtigung motorischer Ausfälle.
Arch. Psychiatr. 198, 181 (1958).

TÖNDURY, G.

Zur Entwicklung funktioneller Strukturen im Bereich der Zwischenwirbelscheiben.
Schweiz. med. Wschr. 77, 643 (1947).

TÖNDURY, G.

Beitrag zur Kenntnis der kleinen Wirbelgelenke.
Zschr.Anat.Entw.gesch. 110, 568 (1948).

VIERNSTEIN, K., HIPP, E., WEIGERT, M.

Diagnose und Behandlung des lumbalen Bandscheibenvorfalles.
Zschr. Orthop. 101, 1 (1966).

VOGT, H. u. HAIKE, H.

Spätergebnisse der operativ behandelten lumbalen Bandscheibenvorfällen bei verschiedener Operationstechnik.
Chirurg 30, 218 (1959).

WARNER, F.

Der fünfte Lendenwirbelkörper.
Arch. Orthop. Unf. Chir. 33, 278 (1933).

WEBSTER, F. S., and SMILEY, P. P.

End result and study of a series of operations for herniated intervertebral lumbar disks.
Amer.J.Surg. 99, 27 (1960).

WEIGERT, M. u. HIPP, E.

Haltungsstörungen und Röntgenveränderungen an der Lendenwirbelsäule beim Bandscheibenschaden.
Zschr. Orthop. 101, 318 (1966).

WELLAUER, J.

Dorsaldislokation von Wirbelkörpern und Diskushernien in der Lendenregion.
Dtsch. med. Wschr. 84, 64 (1959).

WIBERG, G.: zit. nach Brügger.

WITT, A. N.

Praktische Erfahrungen mit der Nukleographie.
Zschr. Orthop. 80, 57 (1951).

WITT, A. N.

Das Kontrastbild der Degeneration des Discus intervertebrales einschließlich der Spondylosis deformans.
Zschr. Orthop. 85, 252 (1955).

ZUKSCHWERDT, L., EMMINGER, E., BIEDERMANN, F., ZETTEL, H.

Wirbelgelenk und Bandscheibe.
Hippokrates Verlag Stuttgart, 1960.

Herrn Professor Witt danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für die großzügige Förderung und Unterstützung bei ihrer Durchführung.

Den Herren Priv. Doz. Dr. Hohmann und Dr. Schulitz gilt mein besonderer Dank für die jederzeit gewährten Ratschläge und Anregungen bei der Gestaltung dieser Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 18. August 1935 wurde ich als Sohn des Kaufmannes Kurt Heidensohn und seiner Ehefrau Frida, ge. Scherbarth, in Berlin geboren.
Im März 1956 legte ich an der Schilleroberschule in Berlin-Charlottenburg die Reifeprüfung ab. Nach drei Semestern Romanistik und Leibeserziehung an der Freien Universität Berlin entschied ich mich endgültig für das Studium der Medizin. Die vorklinische Zeit verbrachte ich an der Universität des Saarlandes, wo ich im April 1960 das Physikum bestand. Die klinischen Semester an den Universitäten Homburg/Saar, Wien und Berlin beendete ich im August 1963 mit dem Staatsexamen an der Freien Universität Berlin.

Im August 1965 verheiratete ich mich mit d. Verlagskaufmann Erika, geb. Volkmann.

Nach Beendigung meiner Pflichtassistentenzeit erhielt ich Ende Dezember 1965 vom Senator für Gesundheitswesen in Berlin die Bestallung als Arzt.

Von Januar 1966 bis Dezember 1966 war ich wissenschaftlicher Assistent in der Chirurgischen Universitätsklinik der Freien Universität Berlin im Westend-Krankenhaus.

Seit Januar 1967 bin ich Assistent in der Orthopädischen Universitätsklinik im Oskar-Helene-Heim.